ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ประสิทธิภาพของโซเดียมเปอร์คาร์บอเนต ในการรักษา *Ichthyophthirius multifiliis* และความเป็นพิษเฉียบพลันของโซเดียมเปอร์คาร์บอเนต ที่มีต่อปลาเสือสุมาตรา (*Barbus tetrazona*)และปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*)

Efficacy of sodium percarbonate for the treatment of *Ichthyophthirius multifiliis* and acute toxicity of sodium percarbonate to tiger barb (*Barbus tetrazona*) and guppy (*Poecilia reticulata*)

โดย

นางสาวนภาพร นุ่นแก้ว

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

Department of Fisheries Science Faculty of Agricultural Technology

King Mongkut's Institute of Technology Lardkrabang

Bangkok 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20547

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ประสิทธิภาพของ sodium percarbonate ในการรักษา *Ichthyophthirius multifiliis* และความเป็นพิษเฉียบพลันของ sodium percarbonate ที่มีต่อปลาเสือสุมาตรา(*Barbus tetrazona*) และปลาหางนกยูง(*Poecilia reticulata*)

Efficacy of sodium percarbonate for the treatment of *Ichthyophthirius multifiliis* and acute toxicity of sodium percarbonate to tiger barb (*Barbus tetrazona*) and guppy (*Poecilia reticulata*)

T099182

โดย

นางสาวนภาพร นุ่นแก้ว

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2547

ฉบหมู่.....
เลขทะเบียน.....99182
วัน เดือน ปี.....

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า แสวงหากำไร หรือเพื่อการอื่นใด อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

ประสิทธิภาพของ sodium percarbonate ในการรักษา *Ichthyophthirius multifiliis* และความเป็นพิษเฉียบพลันของ sodium percarbonate ที่มีต่อปลาเสือสุมาตรา (*Barbus tetrazona*) และปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*)

Efficacy of sodium percarbonate for the treatment of *Ichthyophthirius multifiliis* and acute toxicity of sodium percarbonate to tiger barb (*Barbus tetrazona*) and guppy (*Poecilia reticulata*)

ชื่อนักศึกษา นางสาวนภาพร นุ่นแก้ว
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ปวีณา ทวีกิจการ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....
(ดร. ปวีณา ทวีกิจการ)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
วันที่ 16 **เดือน** พ.ค. **พ.ศ.** ๒๕๕๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ประสิทธิภาพของ sodium percarbonate ในการรักษา *Ichthyophthirius multifiliis* และความเป็นพิษเฉียบพลันของ sodium percarbonate ที่มีต่อปลาเสือสุมาตรา(*Barbus tetrazona*) และปลาหางนกยูง(*Poecilia reticulata*)

Efficacy of sodium percarbonate for the treatment of *Ichthyophthirius multifiliis* and acute toxicity of sodium percarbonate to tiger barb (*Barbus tetrazona*) and guppy (*Poecilia reticulata*)

การศึกษาประสิทธิภาพของโซเดียม เปอร์คาร์บอเนต (sodium percarbonate) ในการฆ่าเชื้อ *Ichthyophthirius multifiliis* ระยะ theront ในหลอดทดลอง (in vitro) โดยใช้ความเข้มข้นต่างกัน 5 ระดับ คือ 50, 75, 100,125 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าความเข้มข้น 50 และ 75 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถทำลายเซลล์ theront ได้ภายในเวลา 60 นาที และที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไปสามารถกำจัดเชื้อ ได้ภายในเวลา 30 นาที

การศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของโซเดียมเปอร์คาร์บอเนตต่อปลาเสือสุมาตรา *(Barbus tetrazona)* ขนาดความยาว 4.28 $\pm$ 0.14 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 1.93 $\pm$ 0.25 กรัม และปลาหางนกยูง *(Poecilia reticulata)* ขนาดความยาว 3.37 $\pm$ 0.15 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 0.42 $\pm$ 0.16 กรัม ทำการทดลองตามวิธีของ Litchfield และ Wilcoxon (1949) โดยใช้ปลาทั้ง 2 ชนิดแช่ในโซเดียมเปอร์คาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กันภายใน 48 ชั่วโมง พบว่าระดับความเข้มข้นของโซเดียมเปอร์คาร์บอเนตที่ทำให้ปลาเสือสุมาตราและปลาหางนกยูงตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 48 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 125 (101.13-154.50) และ 128(108.39-151.17) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.ปวีณา ทวีกิจการ ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษาปัญหาต่างๆ ตลอดการทดลองพร้อมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องจนปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ และขอขอบคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่าน ซึ่งคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์การทดลองตลอดจนการใช้ห้องปฏิบัติการด้วยดีเสมอมา

อีกทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆ ประมงทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและคอยเป็นกำลังใจให้ตลอดมา ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

นางสาวนภาพร นุ่นแก้ว

เมษายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	IV
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
ผลการทดลองและวิจารณ์	16
สรุปและข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดของปลาสวยงามที่เป็นอิ๊ก	5
2	สารเคมีและความเข้มข้นที่ใช้ในการรักษาโรคจุดขาวในปลาชนิดต่างๆ	11
3	จำนวนรอดเฉลี่ยของจำนวน theront (เซลล์/มิลลิลิตร) เมื่อได้รับสาร sodium percarbonate ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่างกัน	21
4	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมจากการทดลอง LC_{50} ของ sodium percarbonate ในปลาเสือสุมาตราที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน ภายในเวลา 48 ชั่วโมง	21
5	เปอร์เซ็นต์การตายสะสม จากการทดลอง LC_{50} ของ sodium percarbonate ในปลาหางนกยูงที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน ภายในเวลา 48 ชั่วโมง	23
6	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา	25
7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา	26
8	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่าง(มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา	27
9	การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้าง(มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา	28
10	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวม(มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา	29
11	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง(มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	30
12	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	31
13	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่าง(มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	32
14	การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้าง(มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวม(มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	34

ตารางผนวกที่

1	จำนวนรอดเฉลี่ยของ theront (เซลล์/2 ไมโครลิตร) เมื่อได้รับสาร sodium percarbonate ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่างกัน	39
2	การวิเคราะห์ค่า LC_{50} ของปลาเสือสุมาตรา	40
3	การวิเคราะห์หาค่า LC_{50} ของปลาหางนกยูง	41
4	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา	43
5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา	44
6	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50}ในปลาเสือสุมาตรา	45
7	การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา	46
8	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา	47
9	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	48
10	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	49
11	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	50
12	การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	51
13	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ระยะ trophohont ของ *Ichthyophirius multifiliis* ในปลาสวาย	4
2	ปลาเสือสุมาตราที่เป็นอิ๊ก	6
3	แสดงค่า LC_{50} ของ sodium percarbonate ต่อปลาเสือสุมาตราที่เวลา 48 ชั่วโมง	22
4	แสดงค่า LC_{50} ของ sodium percarbonate ต่อปลาหางนกยูง ที่เวลา 48 ชั่วโมง	24
5	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา	25
6	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา	26
7	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา	27
8	การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา	28
9	การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียรวมระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา	29
10	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	30
11	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	31
12	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	32
13	การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	33
14	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง	34

ภาพผนวกที่		
1	ระยะtrophont ของ *Ichthyophthirius multifiliis* แสดงแมคโครนิวเคลียส (Macronucleus) รูปเกือกม้าที่ย้อมด้วยสีซิลเวอร์ไนเตรท (silver nitrate)	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปัจจุบันบทบาททรัพยากรประมงในฐานะเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจเริ่มทวีความสำคัญขึ้นเป็นลำดับ มนุษย์นิยมที่จะเลี้ยงปลาเพื่อความเพลิดเพลิน การนันทนาการ หรือประดับตกแต่งบ้านและที่ทำงานให้มีความเจริญตาเจริญใจอย่างแพร่หลาย ธุรกิจปลาสวยงามในประเทศไทย จึงขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีทั้งการรวบรวมพันธุ์ปลาจากธรรมชาติและการเพาะเลี้ยง รวมถึงการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ปลาสวยงามชนิดใหม่ๆ เพิ่มขึ้นเพื่อจำหน่ายภายในประเทศและเพื่อการส่งออกอย่างต่อเนื่อง เป็นการสร้างอาชีพและเพิ่มรายได้ให้กับประชาชนและนำเงินตราต่างประเทศเข้าสู่ประเทศไทยจำนวนมาก

ปัญหาอุปสรรคที่หลีกเลี่ยงได้ยาก ในการเลี้ยงปลาสวยงามที่พบเป็นประจำ คือ ปลาเป็นโรค เนื่องจากสภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาหรือในตู้กระจก ส่วนใหญ่จะเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพวกปรสิตและปลาจะอยู่กันอย่างหนาแน่น โอกาสที่ปรสิตจะเข้าสู่ตัวปลาจึงมีมากขึ้นด้วย โดยเฉพาะโรคอิก ที่มีสาเหตุจากเชื้อโปรโตซัว *Ichthyophirius multifiliis* ซึ่งเชื้อมีความจำเพาะเจาะจงต่อเจ้าบ้านต่ำ เกิดได้กับปลาน้ำจืดแทบทุกชนิด และทำให้ปลาตายอย่างรวดเร็ว

ในอดีตสามารถรักษาโรคนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการใช้มาลาไคทีรีน แต่ในปัจจุบันเป็นสารที่ห้ามนำมาใช้กับปลาที่บริโภค เนื่องจากเป็นสารเคมีที่ก่อให้เกิดมะเร็ง รวมทั้งการสัมผัสด้วย ดังนั้น จึงมีการทดลองหาสารเคมีชนิดอื่นที่เหมาะสมและในการศึกษาครั้งนี้จึงลองใช้ sodium percarbonate เพื่อมาทดแทนมาลาไคท์กรีน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการใช้ sodium percarbonate ในการยับยั้งเชื้อ *Ichthyophirius multifiliis* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคจุดขาว
2. เพื่อศึกษาถึงระดับความเข้มข้นของ sodium percarbonate ที่ทำให้ปลาเสือสุมาตราและปลาหางนกยูงตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

การเลี้ยงปลาสวยงามของไทย

ประเทศไทยนิยมเลี้ยงปลาสวยงามเป็นงานอดิเรกนานมาแล้ว และความนิยมเลี้ยงปลาสวยงามได้ขยายตัวอย่างมากในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีการขยายตัวของตลาดปลาที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งมีร้านค้าปลาสวยงามเกิดขึ้นมากมาย ส่งผลให้ธุรกิจการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามเพื่อการค้าขยายตัวขึ้นด้วยเมื่อเปรียบเทียบปลาสวยงามกับปลาที่เลี้ยงเป็นอาหารแล้ว การเลี้ยงปลาสวยงามน่าจะมีลู่ทางที่สดใสกว่า เนื่องจากปลาสวยงามมีราคาสูง เมื่อเทียบกับปลาที่ใช้เป็นอาหารในขนาดเดียวกัน ใช้เวลาเลี้ยงไม่นาน และใช้พื้นที่ในการเลี้ยงน้อยกว่า (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2541)

โรคปรสิตกับการเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม

ในการเลี้ยงปลาไม่ว่าจะเป็นปลาสวยงามหรือปลาที่เลี้ยงเพื่อการบริโภค ปัญหาที่ผู้เลี้ยงมักประสบอยู่เสมอคือ เรื่องการเกิดโรค เนื่องจากการเลี้ยงปลาในบ่อหรือตู้กระจกจะมีสภาพแวดล้อมส่วนใหญ่ผิดจากธรรมชาติ จำนวนปลาจะมีมากและอยู่กันอย่างหนาแน่น มีการให้อาหารสมทบทำให้คุณสมบัติของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไปซึ่งเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพวกปรสิตเหล่านั้น ปัญหาอันเกิดจากปรสิตกับปลาที่เลี้ยงในบ่อหรือตู้กระจกจึงมีมากกว่าปลาตามธรรมชาติ (กมลพร และสุปราณี, 2526)

ปรสิต คือ สิ่งมีชีวิตที่ต้องอาศัยอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นโดยกินเซลล์เนื้อเยื่อหรือเลือดของเจ้าบ้าน (host) เป็นอาหาร ปรสิตสามารถพบได้ทั่วไปทั้งในปลาที่อยู่ในธรรมชาติและปลาที่เพาะเลี้ยง โดยปกติปรสิตจะไม่ทำอันตรายต่อปลาถ้ามีจำนวนไม่มากนัก แต่เมื่อใดที่ปรสิตมีจำนวนเพิ่มขึ้นมากจะส่งผลกระทบต่อปลาโดยจะทำให้ปลาอ่อนแอลง โดยจะพบปรสิตในปลาที่เพาะเลี้ยงมากกว่าปลาที่อยู่ตามธรรมชาติ ปรสิตที่พบในปลาสวยงามมีทั้งปรสิตภายนอกและปรสิตภายใน มีทั้งขนาดเล็กมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าไปจนถึงขนาดใหญ่ซึ่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า วงจรชีวิตของปรสิตจะมีทั้งที่อยู่ในเจ้าบ้านชนิดเดียว เช่น *Ichthyophirius multifiliis* และต้องการเจ้าบ้าน 2 ชนิดหรือมากกว่านั้น (Andrews *et.al.*,1988)

ผลของปรสิตที่มีต่อเจ้าบ้าน

ปรสิต *Ichthyophirius multifiliis* เข้าทำลายปลาโดยฝังตัวอยู่ใต้ผิวหนังชั้นอิพิเดอร์มิส จากการศึกษาทางพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อพบว่า จะมีการเพิ่มจำนวนเซลล์ (proliferation) ทำให้ผิวหนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนาขึ้น และเกิดเป็น hyperplasia นอกจากนั้นจะมีการอักเสบร่วมด้วย การฝังตัวของปรสิตชนิดนี้ในชั้นผิวหนังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในชั้นผิวหนังที่อยู่รอบๆ โดยจะเป็นช่องว่างเกิดขึ้นรอบๆปรสิต เซลล์ผิวหนังในชั้นเอพิเดอร์มิสถูกทำลาย ทำให้น้ำและเชื้อโรคต่างๆ เข้าไปในชั้นเอพิเดอร์มิสได้ง่าย ถ้าพบที่เหงือกก็จะมีผลคล้ายกัน โดยทำให้เซลล์ที่บริเวณผิวเหงือกซึ่งมีหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซเสียไป เกิดการเพิ่มจำนวนเซลล์และรบกวนการแลกเปลี่ยนอิออน (ion) ทำให้เกิดผลเสียต่อระบบขับถ่ายและระบบปรับสมดุลในร่างกาย (จงดี, 2530)

อนุกรมวิธานของปรสิต

Kingdom Protista

Subking Protozoa

Phylum Ciliophora

Subphylum Oligohymenophara

Class Hymenostomea

Order Hymeostomatida

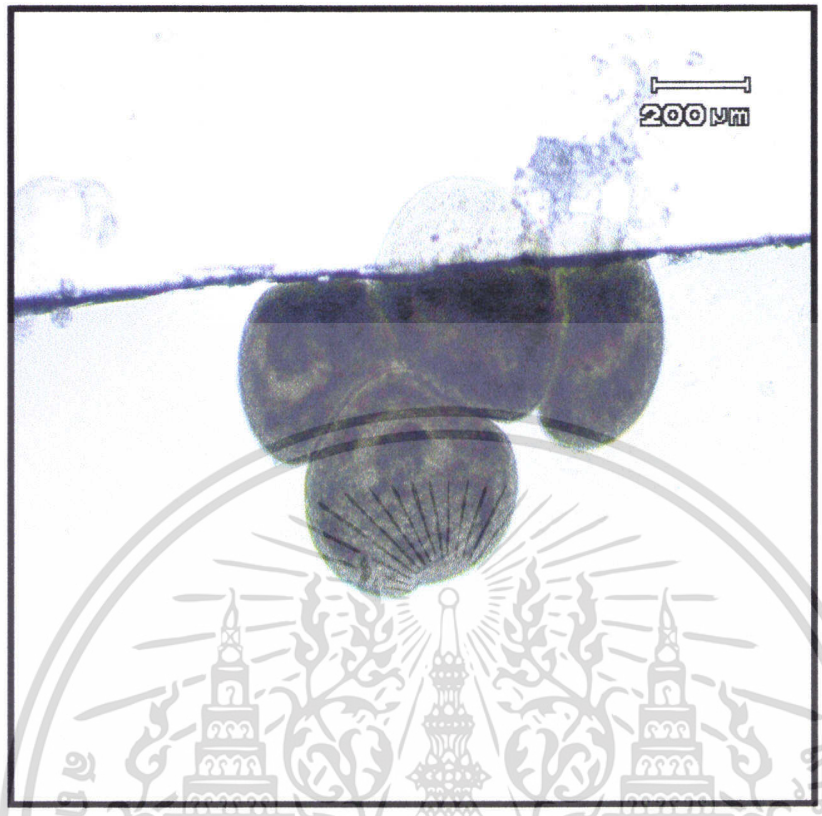
Family Ichthyophthiriidae

Genus *Ichthyophirius multifiliis*

รูปร่างลักษณะ

Ichthyophirius multifiliis เป็นโปรโตซัวที่มีขนาดใหญ่ มีรูปร่างกลมหรือค่อนข้างกลม ขนาดประมาณ 50 ไมครอน – 1 มม. มีปาก cytostome อยู่ค่อนมาทางด้านหน้า มีขนสั้นๆเรียงเป็นแถวหลายแถวรอบเซลล์ แต่เนื่องจากเซลล์มีลักษณะทึบแสง จึงมักสังเกตเห็นเฉพาะขนแถวที่อยู่ตรงขอบเซลล์เท่านั้น ลักษณะเด่นคือมีนิวเคลียสอันใหญ่ (macronuclues) ลักษณะสั้น หนา และโค้งเป็นรูปเกือกม้า (horseshoe shaped) อยู่บริเวณกลางเซลล์ ทำหน้าที่ในการควบคุมระบบย่อยอาหาร ส่วนนิวเคลียสอันเล็ก (micronucleus) ซึ่งมีหน้าที่ในการสืบพันธุ์จะมองเห็นได้ไม่ชัดเจน ปรสิตชนิดนี้เป็นสาเหตุของการเกิดโรคจุดขาว (Icthyophthiriasis) หรือ “โรคอิ๊ก” หรือ “โรคจุดขาว” (white spot disease) (ภาพที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ระยะ trophont ของ *Ichthyophirius multifiliis* ในปลาสวาย

อิ๊กจะเข้าเกาะปลาบริเวณผิวหนัง เหงือก โคนครีบ หรือลูกนัยย์ตา จากนั้นจะฝังตัวลงไปอยู่ใต้ผิวหนัง ปลาจะตอบสนองโดยการสร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาปกคลุมบนตัวอิ๊ก ทำให้บริเวณผิวหนังและครีบของปลามีจุดสีขาวกระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งในขั้นนี้มักจะไม่ค่อยเป็นอันตรายต่อปลามากนัก แต่จะเป็นอันตรายต่อปลาอย่างมาก เมื่อตัวเต็มวัยของอิ๊กสร้างน้ำย่อยมาย่อยผิวหนังของปลา และดันผิวหนังของปลาให้แตกออก เพื่อที่จะได้หลุดออกมาเป็นอิสระ และเข้าเกาะเพื่อเพิ่มจำนวน ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะทำให้ผิวหนังของปลาเกิดเป็นรอยแผลขนาดเล็กเป็นช่องทางให้เชื้อโรค เช่น เชื้อแบคทีเรีย ไวรัส หรือเชื้อราเข้าสู่ตัวปลาได้ (กมลพร และสุปราณี, 2526;Schaperclaus, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของปลาสวยงามที่พบปรสิต

ปรสิต *Ichthyophirius multifiliis* เป็นปรสิตที่มีความจำเพาะต่อเจ้าบ้านค่อนข้างต่ำ สามารถพบได้ทั้งในปลาสวยงามและปลาที่เลี้ยงเพื่อบริโภค รวมทั้งปลาที่มีเกล็ดและไม่มีเกล็ด ที่พบมีรายงานสรุปได้ดังนี้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิดของปลาสวยงามที่เป็นอิ๊ก

ชนิดของปลา	บริเวณที่พบ	เอกสารอ้างอิง
ปลาปอมปาดัวร์	เหงือกและผิวตัว	Bassleer (1997)
ปลาทอง	เหงือกและผิวตัว	จงดี (2530)
ปลาคาร์พ	ผิวตัว	ประไพสิริ(2524)
ปลาหางนกยูง	เหงือกและผิวตัว	Bassleer (1997)
ปลานีออน	เหงือกและผิวตัว	ศิริ(2545)
ปลาสอด	เหงือกและผิวตัว	Bassleer (1997)
ปลาทรงเครื่อง	เหงือกและผิวตัว	จงดี (2530)
ปลาหมู	เหงือกและผิวตัว	Bassleer (1997)
ปลากัดไทย	เหงือกและผิวตัว	Bassleer (1997)

ปรสิตชนิดนี้จะแบ่งตัวเจริญได้อย่างรวดเร็วในสภาพที่มีออกซิเจนมาก อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ คือ 25-26 องศาเซลเซียส และปรสิตมีการปะปนมากับอาหารของปลา นอกจากนั้นเกษตรกรมักปล่อยปลาลงในบ่อเลี้ยงคอนกรีต หรือในตู้กระจกค่อนข้างหนาแน่น ประกอบกับปรสิตชนิดนี้สามารถแพร่กระจายจากปลาตัวหนึ่งไปสู่ปลาอีกตัวหนึ่งได้ง่ายและรวดเร็ว ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าสภาพทั่วไปภายในตู้กระจกและบ่อคอนกรีตมีความเหมาะสมต่อการแพร่ระบาดของโรคอิ๊กค่อนข้างมาก ปรสิตชนิดนี้มีความจำเพาะต่อเจ้าบ้านค่อนข้างต่ำ หรือไม่มีความจำเพาะต่อเจ้าบ้านเลย และมีรายงานการแพร่ระบาดของอิ๊กในปลาน้ำจืดได้แทบทุกชนิดทั้งในแหล่งน้ำธรรมชาติและในบ่อเลี้ยง สามารถแพร่กระจายจากปลาตัวหนึ่งสู่ปลาอีกตัวหนึ่งได้ง่าย ซึ่งปรสิตชนิดมีแหล่งฟักตัวและแหล่งอาหารหลายแหล่ง เซลล์แม่ของอิ๊กเพียงหนึ่งเซลล์ สามารถแบ่งเซลล์ได้เซลล์ลูก (daughter cells หรือ tomite) จำนวน 1,000 – 2,000 เซลล์ ทำให้ยากต่อการกำจัดให้หมดไปโดยเด็ดขาดซึ่งก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปรสิตชนิดนี้แพร่ระบาดได้อย่างกว้างขวางในปลาหลายชนิด และพร้อมที่จะมีการแพร่ระบาดเข้าสู่ตัวปลาตลอดเวลาเมื่อปลาอ่อนแอลง และสภาพแวดล้อมในบ่อที่เหมาะสม โดยทั่วไปการกำจัดอิ๊กที่ได้ผลดีอาจทำโดยใช้สารเคมีกำจัดปรสิตในระยะวัยอ่อนขณะออกจากเกราะและว่ายน้ำเป็นอิสระ หรือระยะที่เข้าเกาะเจ้าบ้านใหม่ๆ (ประไพสิริ, 2546)(ภาพที่ 2)

ภาพที่ 2 ปลาเสือสุมาตราที่เป็นอิ๊ก

การใช้ยาและสารเคมีในการควบคุมรักษาโรคระบาดในปลาน้ำจืด

ในปี พ.ศ. 2510 รัฐบาลได้ประกาศใช้พระราชบัญญัติยา พ.ศ. 2510 หลังจากนั้นได้มีการปรับปรุงและออกพระราชบัญญัติเพิ่มเติมอีกหลายครั้ง ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมถึงการบำบัดโรคสัตว์ ซึ่งระบุว่าหมายถึง การกระทำใดๆ โดยตรงต่อร่างกายสัตว์เพื่อตรวจ รักษา ป้องกัน หรือกำจัดโรค และคำว่า "ยา" ภายในพระราชบัญญัตินี้ หมายรวมถึงวัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ในการวินิจฉัย บำบัด บรรเทา รักษา หรือ ป้องกันโรค หรือความเจ็บป่วยของมนุษย์หรือสัตว์ ตลอดจนเคมีภัณฑ์ หรือเคมีภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป โดยมีเลขาธิการคณะกรรมการอาหารและยาเป็นผู้มีอำนาจในการอนุญาตการผลิต การนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือสั่งยาจากต่างประเทศเพื่อให้เกิดการรัดกุม เหมาะสมแก่สภาวการณ์ ความปลอดภัย และสวัสดิภาพของประชาชน(มานพ, 2544)

คุณสมบัติของสารเคมีที่ใช้รักษาโรคปลาที่เกิดจากปรสิต

การกำจัดปรสิตภายนอกผิวตัวปลาสามารถทำได้โดยการใส่สารเคมีลงไปในน้ำและแช่ปลาตามระยะเวลาที่กำหนด คุณสมบัติของสารเคมีเหล่านี้ควรจะละลายน้ำได้ดี หรืออยู่ในรูปที่แขวนลอยในน้ำ ในระดับที่เข้มข้นมากพอที่จะให้ผลในการรักษา สารเคมีเหล่านี้ต้องมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญเติบโตหรือฆ่าสิ่งมีชีวิตที่ทำให้ปลาเป็นโรคในระดับความเข้มข้นต่ำกว่าที่ทำอันตรายต่อปลา นอกจากนั้นควรเป็นสารเคมีที่ราคาไม่แพงมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่ใช้ และต้องเป็นที่ยอมรับให้ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ซลอ, 2528) ซึ่งได้แก่สารดังต่อไปนี้

Sodium percarbonate

ชื่อสารเคมี : Sodium Carbonate Peroxyhydrate

ชื่อพ้อง : Sodium Percarbonate, Sodium Carbonate Peroxide, PCS

สูตรโมเลกุล : $2\,Na_2CO_3 \cdot 3H_2O_2$

น้ำหนักโมเลกุล : 314.02

โซเดียมเปอร์คาร์บอเนต มีลักษณะเป็นผง เป็นชื่อสามัญของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่อยู่ในรูปของแข็ง ละลายน้ำได้ดี สามารถปลดปล่อยออกซิเจน 27.5 % H_2O_2 นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มค่า pH ได้อีกด้วย

โซเดียม เปอร์คาร์บอเนต นิยมใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นส่วนผสมของน้ำยาฟอกขาว สามารถใช้ฆ่าเชื้อโรคได้ และไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (www.chem-world.com)

โซเดียมเปอร์คาร์บอเนต จัดเป็นสารฟอกขาวประเภทออกซิเจน (oxygen bleach) เป็นสารฟอกขาวที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทำปฏิกิริยาการฟอกขาว สารเคมีชนิดนี้สามารถฆ่าเชื้อโรคจำพวกแบคทีเรียได้สารฟอกขาวทำหน้าที่นี้ได้โดย การเกิดปฏิกิริยาที่สารฟอกขาวแล้วสารฟอกขาวซึมผ่านผนังเซลล์ของแบคทีเรียเข้าไปทำปฏิกิริยากับเอนไซน์ในเซลล์และยับยั้งการทำงานของเอนไซน์มีผลทำให้เซลล์ตาย (บุษรา, 2531)

เมื่อเปรียบเทียบโซเดียม เปอร์คาร์บอเนต กับ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ พบว่าโซเดียมเปอร์คาร์บอเนตค่อนข้างสะดวกในการขนส่ง, การปฏิบัติงาน และการใช้สำหรับบ่อที่มีขนาดใหญ่ ใช้ข้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตวงสารซึ่งจะสะดวกกว่าการใช้ในรูปแบบสารละลายของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และเมื่อบังเอิญหกสัมผัสผิวหนังก็จะเป็นอันตรายน้อยกว่าเมื่ออยู่ในรูปของสารละลาย (Buchmann. *et al*., 2003)

ประสิทธิภาพของสารเคมีบางชนิดที่ใช้ในการรักษาโรคจุดขาว

1. เกลือแกง (Sodium chloride ; NaCl)

ลักษณะทั่วไปเป็นเม็ดสีขาวขุ่น ละลายน้ำได้ดี ควรใช่เกลือทะเลที่สะอาด ไม่ควรใช้เกลือราคาแพง (Table salt) ซึ่งเป็นการเติมสารไอโอดีนและสารสกัดความชื้น ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อปลา เกลือจะทำให้ระบบหมุนเวียนของเหลวในร่างกายของปลาดีขึ้นและทำให้น้ำกระด้างขึ้นเป็นผลให้เชื้อโรคอ่อนแอลง นอกจากนั้น เกลือยังทำให้ปลาขับเมือกออกมามากขึ้นทำให้เชื้อโรคจุดขาวเกาะติดกับตัวปลาได้ยากขึ้น

ในกรณีที่เป็นปลาเล็ก ใช้ความเข้มข้น 1-2 เปอร์เซ็นต์ หรือใช้เกลือ 10-15 กรัม/น้ำ 1 ลิตร แช่นาน 20 นาที

หากเป็นปลาใหญ่ ใช้ความเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์ หรือใช้เกลือ 20 กรัม/น้ำ 1 ลิตร แช่นาน 10-15 นาที

ควรแช่ปลาที่เป็นโรคด้วยเกลือแกงดังกล่าว ทำซ้ำๆกัน 2-3 ครั้ง หรือจนกว่าจะหาย โดยทำเว้นระยะห่างกันครั้งละ 4 วัน ถ้าจะให้ผลดีควรใช้ความเข้มข้นน้อยๆ แต่ใช้ระยะเวลาแช่นานๆ และทำหลายๆ ซ้ำจะกำจัดโรคได้

สำหรับในบ่อควรใช้เกลือ 10-15 กรัม/น้ำ 1 ลิตร โดยพยายามโรยเกลือไปให้ทั่วบ่อ ทิ้งไว้ 1 วันจึงถ่ายน้ำออก แล้วเติมน้ำใหม่ที่สะอาดลงไปเว้นระยะประมาณ 7 วัน ทำซ้ำอีกครั้ง

<u>ข้อควรระวัง</u> : การใช้เกลือจะต้องระวังเกี่ยวกับความเค็มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างทันที ปลาอาจจะปรับตัวไม่ทัน ทั้งนี้เมื่อคำนวณได้ว่าจะต้องใช้เกลือเท่าใดแล้ว ให้แบ่งเกลือนั้นออกเป็น 3 ส่วน แล้วเริ่มใส่เกลือส่วนแรกลงในบ่อหรือตู้ปลารอดูอาการปลาสักประมาณ 1 ชั่วโมง จึงใส่ส่วนที่ 2 และ 3 ตามลำดับ (มานพ , 2544)

2. จุนสี (copper sulfate : $CuSO_4$)

ลักษณะทั่วไปเป็นเกล็ดสีฟ้า ละลายน้ำได้ดี เป็นสารเคมีที่ใช้กันโดยทั่วไปในการป้องกันและควบคุมโรคจุดขาว และใช้กับปรสิตชนิดอื่นที่ทำให้เกิดโรคในปลาสวยงามด้วย รวมทั้งใช้กำจัดแบคทีเรียและปรสิตที่ก่อให้เกิดโรคในบ่อ ก่อนปล่อยปลาลงเลี้ยงและเป็นสารเคมีที่ได้รับการจด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทะเบียนแล้วโดย U. S. Environmental Production Aqency ซึ่งเป็นสารเคมี สามารถนำมาใช้กับปลาที่นำมาเป็นอาหารได้

ประสิทธิภาพของคอปเปอร์ซัลเฟตขึ้นอยู่กับปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (total suspended solids ; TSS) เมื่อค่าเฉลี่ยความเข้มข้น ของ TSS มีค่ามากกว่า 23.5 $\pm$ 2.1 mg/L จะไม่มีผลในการรักษาโรคเลย ดังนั้นควรทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวันในระหว่างการรักษา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาโรค (Gollon and Griffin , 1998)

3. ด่างทับทิม (Potassium Permanganate ; $KMnO_4$)

ลักษณะทั่วไปเป็นผลึกสีม่วงเข้ม เมื่อละลายน้ำแล้วจะได้สีม่วงแดง ไม่มีกลิ่น มีความคงตัวในอากาศ $KMnO_4$ เป็นสารเคมีอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้กำจัดปรสิตภายนอกเนื่องจากมีราคาถูก โดยมีคำแนะนำการใช้ดังนี้

- ใช้ด่างทับทิมเข้มข้น 1 กรัม/น้ำ 100 ลิตร แช่ปลานาน 90 นาที
- หรือใช้ด่างทับทิมเข้มข้น 2 กรัม/น้ำ 1,000 ลิตร แช่ปลานาน 15 นาที (กมลพร และสุปราณี , 2544)

สำหรับในบ่อ ใช้สารละลายด่างทับทิมเข้มข้น 20 ส่วนในล้านส่วน ควรคอยสังเกตดูปลาจะทนได้หรือไม่ หากปลาแสดงอาการผิดปกติ เช่น ลอยตัว ให้เติมน้ำลงไปเพื่อลดความเข้มข้นของสารเคมี

ด่างทับทิมที่ใช้ในบ่อเลี้ยงปลา จะสลายตัวไปเองเมื่อเกิดปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจน ฤทธิ์ของด่างจะค่อยๆ หมดไป

<u>ข้อควรระวัง</u> : ในขณะที่ใช้ยานี้ต้องให้อากาศเพิ่มในบ่อเลี้ยงด้วย เนื่องจากด่างทับทิมจะทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ เกิดตะกอนสีน้ำตาลแดงของแมงกานีสไดออกไซด์($MnO_2 \cdot nH_2O$) ซึ่งจะทำอันตรายต่อเหงือกปลา

4. ฟอร์มาลิน

เป็นสารละลายใส ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน สามารถซึมผ่านชั้นผิวหนังได้ดีกว่าจุนสี (Roger 1993) ฟอร์มาลินที่มีขายตามท้องตลาด ซึ่งมีความเข้มข้นของก๊าซฟอร์มาลดีฮายด์ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้อัตราส่วนฟอร์มาลิน 25-30 ส่วนในล้านส่วน แช่ปลาที่เลี้ยงในบ่อหรือในตู้กระจกเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโรค ถ้าจะให้ได้ผลดีควรใช้ร่วมกับสารละลายของมาลาไคต์กรีน โดยใช้อัตราส่วนฟอร์มาลิน 25 ส่วนร่วมกับ 0.1 ส่วนในล้านส่วนของมาลาไคต์กรีน ใส่ทุก 10 วัน เพื่อป้องกันโรคจาก โปรโตซัว (เปลี่ยนน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหม่และใส่ยาแช่ไว้เลย) แต่ถ้าเริ่มเกิดโรคแล้ว ควรใส่ยานี้ทุก 3 วัน พร้อมทั้งเปลี่ยนน้ำด้วย ทำซ้ำอีก 3-4 ครั้ง จนความรุนแรงของโรคลดลง จึงใส่ยากันทุก 10 วัน ตามปกติต่อไป

ข้อดีของการใช้ฟอร์มาลินคือ ฟอร์มาลินจะสลายตัวได้เองเมื่อถูกแสงและจะไม่มีตะกอนจับภาชนะที่เลี้ยง

<u>ข้อควรระวัง</u> : 1. ควรเลือกใช้ฟอร์มาลินที่ผลิตใหม่ๆ เพราะถ้าเก็บไว้นานๆ จะเกิดตะกอนขาวของพาราฟอร์มาดีฮายด์ขึ้นซึ่งจะเป็นพิษต่อปลา ก่อนใช้ต้องกรองตะกอนออกให้หมดก่อน และควรเก็บไว้ในขวดสีน้ำตาลกันแสง เนื่องจากถ้าโดนแสงมากๆ และอยู่ในที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำ ก็จะยิ่งเกิดตะกอนขาวมากขึ้น นอกจากนั้นฟอร์มาลินที่เก่า ประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ฆ่าโปรโตซัวจะลดลง ทำให้ใช้งานไม่ได้ผลเท่าที่ควร

2. ควรใช้ในบ่อที่มีน้ำไม่เขียวจัด และควรใส่ฟอร์มาลินในตอนเช้าจะดีกว่าในตอนเย็น ถ้าจำเป็นต้องใช้ฟอร์มาลินในบ่อที่มีน้ำเขียวจัด ควรถ่ายน้ำออกจากพื้นที่บ่อประมาณ หนึ่งในสามของระดับน้ำลึก เติมน้ำใหม่แล้วจึงใส่ยา เนื่องจากฟอร์มาลินจะทำให้พืชเล็กๆตาย อาจทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนในบ่อได้อย่างเฉียบพลัน

5. เมทธิลีน บลู (Methglene blue)

มีลักษณะเป็นผลึกสีน้ำตาลปนแดงเมื่อละลายน้ำจะมีสีน้ำเงินโดยใช้ความเข้มข้น 2 ppm ก่อนใช้ควรเตรียมสารละลายเข้มข้นก่อนโดยใช้เมทธิลีน บลู 1 กรัม/น้ำอุ่น 100 ซีซี แล้วเก็บไว้ในขวดกันแสง ในการรักษาใช้สารละลายเข้มข้น 1 ซีซี/น้ำ 5 ลิตร แช่ปลานาน 1 วัน และทำซ้ำ ทุกๆ 2 วัน

<u>ข้อควรระวัง</u> : การใช้เมทธิลีน บลู ต้องเลือกใช้ชนิดที่เป็นยาเท่านั้น และควรใช้กับน้ำที่สะอาด ถ้าน้ำมีตะกอนมากจะทำให้ปฏิกิริยาของเมทธิลีน บลู อ่อนลง

6. มาลาไคต์ กรีน (Malachite green)

มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีเขียวโดยใช้ความเข้มข้น 4 ppm ควรเตรียมสารละลายเข้มข้นของมาลาไคต์ กรีนไว้ก่อน โดยใช้ผงมาลาไคต์ กรีน 1 กรัม ละลายน้ำกลั่น 500 ซีซี คนให้เข้ากันและเก็บไว้ในขวดกันแสง เวลาใช้ ใช้สารละลายมาลาไคต์ กรีนเข้มข้นนี้ 2 ซีซี / น้ำ 1 ลิตร แช่ปลานาน 1-2 วัน และนำไปเลี้ยงในน้ำสะอาด ถ้าไม่หายให้ทำซ้ำอีกในวันที่ 3-6

<u>ข้อควรระวัง</u> : 1. การใช้มาลาไคต์ กรีน ต้องเลือกซื้อขนาดที่จัดอยู่ในประเภทยา (Medical grade) เพราะไม่มีสังกะสี ถ้าเป็นชนิดสีย้อมผ้าจะมีพวกซิ้งค์คลอไรด์ (Zine chloride) ซึ่งเป็นพิษต่อปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เป็นสารเคมีที่อาจกระตุ้นให้เกิดมะเร็งได้ จึงควรระวังอย่าสัมผัสกับยาชนิดนี้ และไม่ควรใช้กับปลาที่เลี้ยงเพื่อเป็นอาหารคน (กมลพร และ มานพ, 2544)

เนื่องจากปลาแต่ละชนิดมีความไว (sensitive) ต่อสารเคมีแตกต่างกัน จึงต้องเลือกใช้ความเข้มข้นให้เหมาะสมกับปลาแต่ละชนิด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สารเคมีและความเข้มข้นที่ใช้ในการรักษาโรคจุดขาวในปลาชนิดต่างๆ

สารเคมี	ชนิดปลา	ความเข้มข้น	ระยะเวลา	ที่มา
จุนสี	ปลาทอง	288 μ gCu^{2+}/L	แช่ 120 นาที	Ling *et al.*,(1993)
	Channel catfish	255 μ gCu^{2+}/L	2 สัปดาห์	Gollon and Griffin,
		หรือ 0.1 mg/L	5 วัน	(1998)
ด่างทับทิม	Channel catfish	1.0 mg/L	6 วัน	Straus and Griffin,
	Blue tilapia	0.5 mg/L	8 วัน	(2001)
มาลาไคต์ กรีน	Channel catfish	0.1 mg/L	ทุกวัน	Tieman and
				Goodwin (2001)
ฟอร์มาลิน	Channel catfish	25 mg/L	ทุกวัน	" "
เมทธิลีน บลู	Channel catfish	2 mg/L	ทุกวัน	" "
โซเดียม เปอร์-	Rainbow trout	50-100 mg/L	2 ครั้ง/สัปดาห์	Buchmann *et al.*,
คาร์บอเนต				(2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เชื้อ *Ichthyophthirius multifiliis* ระยะ trophont
2. 24 well plate
3. ไมโครปิเปตต์ (Micropipette)
4. ตู้เขี่ยเชื้อ (Laminar Flow)
5. ไมโครปิเปตต์สำหรับดูดปรสิต
6. ปลาเสือสุมาตรา ขนาดความยาว 4.28 ± 0.14 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 1.93 ± 0.25 กรัม
7. ปลาหางนกยูง ขนาดความยาว 3.37 ± 0.15 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 0.42 ± 0.16 กรัม
8. ตู้กระจกขนาด 15X30X15 เซนติเมตร จำนวน 18 ตู้
9. อุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
10. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)
11. เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO meter) รุ่น YSI 550
12. Spectrophotometer MILTION ROY รุ่น Spectronic 20D
13. เครื่องชั่งน้ำหนัก
14. ถังพลาสติกขนาด 25 ลิตร จำนวน 6 ใบ
15. ขวดเก็บน้ำตัวอย่าง 113 ขวด
16. สารเคมี sodium percarbonate

วิธีการ

แผนการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของ sodium percarbonate ในการฆ่าเชื้อ *Ichthyophthirius multifiliis* ระยะ theront ในห้องปฏิบัติการด้วย well-plate โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มีทั้งหมด 5 ระดับความเข้มข้นๆ ละ 4 ซ้ำ พร้อมกลุ่มควบคุมและทำการนับจำนวนเซลล์ที่เวลาต่างๆ กัน

การทดลองที่ 2 หาความเป็นพิษเฉียบพลันของ sodium percarbonate ที่ทำให้ปลาเสือสุมาตราและปลาหางนกยูงตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 48 ชั่วโมง ตามวิธีของ Litchfield และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wilcoxon (1949) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มีทั้งหมด 5 ระดับความเข้มข้นๆ ละ 3 ซ้ำ ใส่ปลาตู้ละ 10 ตัว พร้อมกลุ่มควบคุม

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 การหาประสิทธิภาพของ sodium percarbonate ในการฆ่าเชื้อระยะ theront

1. การเตรียมการทดลอง

1.1 การเตรียมสัตว์ทดลองโดยใช้เชื้อ *Ichthyophthirius multifiliis* ระยะ trophonts จากปลาสวายที่เป็นโรคจุดขาวโดยใช้แผ่นปิดสไลด์ (cover glass) ขูดที่ผิวหนังของปลาสวายที่เป็นโรคจุดขาวนำไปใส่ในจานแก้วที่มีน้ำบ่อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ทำให้เชื้อบริสุทธิ์โดยใช้ไมโครปิเปตดูดปรสิตระยะ trophonts ทีละ 1 เม็ด มาเลี้ยงไว้ในบีกเกอร์ที่เติมน้ำบ่อที่ฆ่าเชื้อแล้ว นำมาเลี้ยงไว้ในห้องที่อุณหภูมิ 24 ^{o}C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง เพื่อให้ trophonts แบ่งเซลล์กลายเป็นระยะ theront

1.2 การเตรียมน้ำเพื่อใช้ทดลอง โดยจะใช้น้ำ 2 ชนิด คือ น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อ และ น้ำบ่อที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยทำการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันสูง (autoclave) ที่ 121 ^{o}C เป็นเวลา 15 นาที

1.3 ภาชนะที่ใช้ทดลอง ใช้จานหลุม (well plate) ขนาด 24 well plate

1.4 การเตรียมสารเคมีที่ใช้ทดลอง โดยการทำเป็นสารละลายเข้มข้น (stock solution) 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยการชั่งโซเดียมเปอร์คาร์บอเนต 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 1,000 มิลลิลิตร และคำนวณตามความเข้มข้นที่ต้องการโดยใช้สูตร $N_1V_1 = N_2V_2$ ความเข้มข้นที่ใช้คือ 50, 75, 100, 125 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. การดำเนินการทดลอง

2.1 นำเชื้อระยะ theront มาคำนวณหาความหนาแน่น ด้วยการสุ่มนับ โดยใช้ไมโครปิเปตขนาด 2 ไมโครลิตร หยดบนแผ่นสไลด์ จำนวน 10 หยด นำไปนับจำนวนเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4X นำค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์ในแต่ละหยด ไปคำนวณหาความหนาแน่นของเซลล์ต่อมิลลิลิตร

2.2 ทำการเตรียม well plate โดยแต่ละหลุมจะใส่เชื้อระยะ theront 10,500 เซลล์ต่อ 1 มิลลิลิตรต่อหลุม และใส่โซเดียมเปอร์คาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 0, 50, 75, 100, 125 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตรหลุมละ 0.5 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การตรวจสอบ ดูความสามารถในการมีชีวิตอยู่และความสามารถในการเคลื่อนที่ได้ของ theront โดยการดูดเซลล์ปริมาตร 2 ไมโครลิตร หยดใส่แผ่นสไลด์จำนวน 3 หยด ต่อ 1 ซ้ำ นับจำนวนเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4X ที่เวลา 30, 60, 120 และ 180 นาที

การทดลองที่ 2 การหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ sodium percarbonate ต่อปลาเสือสุมาตราและปลาหางนกยูง

1. การเตรียมการทดลอง

1.1 การเตรียมสัตว์ทดลอง โดยนำปลาเสือสุมาตราขนาดความยาว 4.28 ± 0.14 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 1.93 ± 0.25 กรัม และปลาหางนกยูง ขนาดความยาว 3.37 ± 0.15 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 0.42 ± 0.16 กรัม ซื้อมาจากตลาดซันเดย์สวนจตุจักร นำสัตว์ที่จะใช้ทดลองมาพักเลี้ยงไว้ในห้องปฏิบัติการอย่างน้อย 1 สัปดาห์ ก่อนทำการทดลอง เพื่อให้สัตว์ทดลองคุ้นเคยกับสภาพในห้องปฏิบัติการ โดยเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ขนาด 0.95×0.95×0.95 เมตร ให้อาหารสำเร็จรูปวันละ 2 ครั้ง ถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และงดอาหาร 2 วันก่อนทำการทดลอง

1.2 การเตรียมน้ำเพื่อใช้ทดลองพักน้ำประปาไว้ในบ่อซีเมนต์ขนาด0.95×0.95×0.95 เมตร ให้อากาศอย่างน้อย 2 วันก่อนนำมาใช้ทดลอง

1.3 ภาชนะทดลอง ใช้ตู้กระจกขนาด 15×30×15 เซนติเมตร บรรจุน้ำ 4.5 ลิตร จำนวน 18 ตู้

1.4 การเตรียมสารเคมีที่ใช้ทดลอง โดยคำนวณปริมาณ sodium percarbonate ในระดับความเข้มข้นที่ต้องการ และเติมสารเคมีเมื่อเริ่มต้นการทดลองเพียงครั้งเดียว

2. การดำเนินการทดลอง

ทำการทดลองแบบชีววิเคราะห์ในน้ำนิ่ง (static bioassay test) เพื่อหาความเป็นพิษเฉียบพลันในระดับความเข้มข้นที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (median lethal concentration , LC_{50}) ภายในเวลา 48 ชั่วโมง ตามวิธีของ Litchfield และ Wilcoxon (1949) ในตู้กระจกขนาด 15×30×15 เซนติเมตร บรรจุน้ำ 4.5 ลิตร แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

2.1 การทดลองขั้นต้น (preliminary test) เป็นการทดลองเพื่อหาระดับความเข้มข้นช่วงกว้างคือระดับความเข้มข้นต่ำสุดของสารเคมีที่ทำให้ปลาตาย 100 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นสูงสุดที่ทำให้ปลามีชีวิตรอด 100 เปอร์เซ็นต์ โดยแบ่งความเข้มข้นออกเป็น 5 ระดับๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัว พร้อมกลุ่มควบคุม และในช่วงทดลองจะงดให้อาหารตลอดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองขั้นต้นนี้ไปวัดระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทดลองอย่างละเอียด

2.2 การทดลองอย่างละเอียด (full scale test) เป็นการทดลองเพื่อหาระดับความเป็นพิษของ sodium percarbonate ที่ทำให้ปลาเสือสุมาตราและปลาหางนกยูงตายลงครึ่งหนึ่งของจำนวนทั้งหมด โดยนำผลจากการทดลองขั้นต้นมาใช้พิจารณาจัดระดับความเข้มข้นของสาร 5 ระดับความเข้มข้นๆ ละ 3 ซ้ำ เพื่อหาอัตราการตายของปลาในแต่ละระดับความเข้มข้น พร้อมกลุ่มควบคุมเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ โดยใช้ปลาตู้ละ 10 ตัว และในช่วงระหว่างการทดลองจะงดให้อาหาร ทำการสังเกตอาการและบันทึกจำนวนปลาตายภายในเวลา 48 ชั่วโมง ปลาที่ตายจะถูกนำออกทันทีที่สังเกตเห็น โดยถือหลักเกณฑ์ว่าปลาที่ตายการเปิดปิดเหงือกจะหยุดเคลื่อนที่ และไม่มีการตอบสนองเมื่อถูกกระตุ้นจากภายนอก นอกจากนี้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ,อุณหภูมิ (Temperature), ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO), ความเป็นด่าง (Alkalinity), ความกระด้าง (Hardness) และ แอมโมเนีย (NH_3) ในน้ำที่ใช้ทดลองที่เวลาก่อนการทดลอง หลังใส่สาร 30 นาที และที่เวลา 1, 6, 12, 24, 36 และ 48 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าความเข้มข้นที่ได้จากการทดลองไปคำนวณหาค่า LC_{50} ตามวิธีของ Litchfield และ Wilcoxon (1949) และนำผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนการทดลอง, หลังใส่สาร 30 นาที ,หลังใส่ปลาที่เวลา 1, 6, 12, 24, 36 และ 48 ชั่วโมง มาทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยโปรแกรม SPSS โดยวิธีของ Tukey

สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง อาคารเจ้าคุณทหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองตั้งแต่เดือน มกราคม 2548 ถึง เดือน เมษายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของ sodium percarbonate ในการฆ่าเชื้อ *Ichthyophthirius multifiliis* ระยะ theront

จากการทดลองใช้ sodium percarbonate ที่ระดับความเข้มข้น 0, 50, 75, 100, 125 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อฆ่าเชื้อ theront ทดลองใน 24-well plate โดยจำนวน theront เริ่มต้น 10,500 เซลล์/มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 30°C ภายในห้องปฏิบัติการ พบว่า กลุ่มควบคุมซึ่งไม่ใช้สารเคมีเมื่อเวลาผ่านไป 30, 60, 120 และ 180 จะมีจำนวน theront 5,000, 3,000, 3,000 และ 1,000 เซลล์/มิลลิลิตร ตามลำดับ โดยที่เวลา 30 นาที theront ยังสามารถเคลื่อนที่ได้ แต่ที่เวลา 60, 120 และ 180 นาที theront เริ่มเคลื่อนที่ช้าและหยุดเคลื่อนที่ในที่สุดส่วนกลุ่มทดลองที่ ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากใส่ 30 นาที จำนวน theront จะลดลงเหลือ 4,000 เซลล์/มิลลิลิตร (ตารางที่ 3) และที่เวลา 60, 120 และ 180 เซลล์ของ theront จะแตก (เซลล์ตาย) มีลักษณะเปื่อยยุ่ย ขณะที่ระดับ ความเข้มข้น 75 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลา 30 นาที จำนวน theront ลดลงเหลือ 3,000 เซลล์/มิลลิลิตร และที่เวลา 60, 120 และ 180 นาทีเซลล์ของ theront จะแตกละเอียดแสดงว่าเซลล์ตาย เช่นกันส่วนที่ความเข้มข้น 100, 125 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าเซลล์ของ theront สลายไปหมดแล้วตั้งแต่ 30 นาทีแรก สาเหตุการลดจำนวน theront ในกลุ่มควบคุมซึ่งไม่มีสารเคมีน่าจะเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในการดำรงชีวิตอยู่ของ theront และขาดอาหาร Schaperclas, (1992) กล่าวว่า theront จะไม่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 2-3°C และสูงกว่า 27-28°C และจะตายเมื่อมีออกซิเจนไม่เหมาะสมคือมี 0.6-0.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ประไพสิริ, (2546) กล่าวว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์คือ 25-26°C และถ้า theront ว่ายน้ำเป็นอิสระชั่วระยะ 2-3 ชั่วโมง ถ้าหาปลาเกาะไม่ได้ในระยะนี้มันจะตาย (โดยมากไม่เกิน 3 วัน)

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ใช้ฆ่า theront คือ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ฆ่า theront ได้ ภายใน 60 นาที และที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไป ฆ่า theront ได้ภายใน 30 นาที ซึ่งสอดคล้องกับ การทดลองของ Buchmann *et al.*, 2003 ที่อุณหภูมิ 12°C พบว่า sodium percarbonate เข้มข้น 12.5 มิลลิกรัมต่อลิตรทำลายเชื้อได้ที่เวลา 180 นาที และที่ความเข้มข้น 62.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้เวลา 90 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลการศึกษาพิษเฉียบพลันของ sodium percarbonate ที่มีต่อปลาเสือสุมาตราและปลาหางนกยูง

2.1 ปลาเสือสุมาตราทดลองโดยใช้ sodium percarbonate ที่ระดับความเข้มข้น 80, 100, 127, 160 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะเวลา 48 ชั่วโมงพบว่า อัตราการตายสะสมของปลาเสือสุมาตรามีค่าเท่ากับ 7, 37, 43, 73 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากเปอร์เซ็นต์การตายนี้นำไปคำนวณค่า LC_{50} ที่เวลา 48 ชั่วโมงได้เท่ากับ 125 (101.13-154.50) มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3) และจากการสังเกตพบว่าพฤติกรรมของปลาเสือสุมาตราที่ได้รับพิษของ sodium percarbonate ในระดับความเข้มข้น 127, 160 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาหลังการทดลอง 6 ชั่วโมง ปลาจะว่ายน้ำช้าลงและมักลอยตัวนิ่งๆ บริเวณผิวน้ำ ปลาที่ใกล้ตายจะว่ายน้ำเสียการทรงตัว หายใจช้าลงและหยุดหายใจในที่สุด ปลาที่ตายจะอ้าปาก แผ่นปิดเหงือกกางออก ตัวงอ ในขณะที่กลุ่มควบคุมและความเข้มข้นอื่นปลาจะลอยหัวเช่นเดียวกันแต่จะมีการว่ายน้ำไปมามากกว่ากลุ่มความเข้มข้น 127,160 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนการหายใจสังเกต จากการเปิดและปิดของแผ่นปิดเหงือก พบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เมื่อเริ่มการทดลองมีค่า 8.28 หลังจากใส่ sodium percarbonate 30 นาที พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างแปรผันตามความเข้มข้นเมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 6) จากนั้น ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลามากขึ้น ทุกกลุ่มการทดลอง (ภาพที่ 5) เนื่องมาจากปลามีการใช้ออกซิเจนในน้ำและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเมื่อคาร์บอนไดออกไซด์รวมตัวกับน้ำจะทำให้เกิดกรดคาร์บอนิค ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำจึงลดลง ดังสมการ

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow HCO_3^- + H^+$$

ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) เมื่อเริ่มการทดลอง ปริมาณออกซิเจนมีค่า 6.03 มิลลิกรัมต่อลิตรหลังจากใส่ sodium percarbonate 30 นาที พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้นแปรผันตามความเข้มข้น เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 7) เมื่อโซเดียมเปอร์คาร์บอเนต ($2Na_2CO_3 \cdot 3H_2O_2$) ละลายน้ำจะได้โซเดียมคาร์บอเนตและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ดังสมการ (www.chem-world.com)

$$2Na_2CO_3 \cdot 3H_2O_2 \rightarrow 2Na_2CO_3 + 3H_2O_2$$

ซึ่งสามารถแตกตัวให้ออกซิเจนดังสมการ (www.solvay.com)

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99182

โดยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (100%) 2.13 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถให้ออกซิเจนได้เท่ากับ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีแนวโน้มลดลงใน 6 ชั่วโมงแรก (ภาพที่ 6) หลังจากชั่วโมงที่ 6 ออกซิเจนเริ่มมีความแตกต่างแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปลาเริ่มทยอยตายในช่วงนี้ ทำให้จำนวนปลาที่ใช้ออกซิเจนไม่เท่ากัน ทำให้ความต้องการใช้ออกซิเจนน้อยลงด้วย ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 8) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกกลุ่มการทดลอง (ภาพที่ 7) เนื่องจากการเพิ่มของปริมาณคาร์บอเนต ดังสมการ

$$2Na_2CO_3 \cdot 3H_2O_2 \rightarrow 2Na_2CO_3 + 3H_2O_2$$

ค่าความเป็นด่างมีค่าอยู่ในช่วง 96 – 195 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งความเข้มข้นที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาควรมีค่าความเป็นด่างอยู่ระหว่าง 50 -300 มิลลิกรัมต่อลิตร (ประเทือง , 2534) โดยกลุ่มที่ใส่ โซเดียมเปอร์คาร์บอเนต มีค่าความเป็นด่างสูงขึ้น แปรผันตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มมากขึ้น ความกระด้าง (Hardness) พบว่า กลุ่มทดลองซึ่งใส่โซเดียมเปอร์คาร์บอเนตเมื่อความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่าความกระด้างของน้ำลดลง ซึ่งเป็นผลมาจาก โซเดียมเปอร์คาร์บอเนตไปลดปริมาณเกลือพวกแคลเซียม (Ca^{2+}) และ แมกนีเซียม (Mg^{2+}) (www.chem-world.com) จึงทำให้ความกระด้างลดลง แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 9) ค่าความกระด้างมีค่าอยู่ในช่วง 130 – 170 มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งความกระด้างที่เหมาะสมในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำควรมีค่าอยู่ระหว่าง 50 – 250 มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต (ประเทือง, 2534) เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นค่าความกระด้างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 8) เนื่องจากการแตกตัวของโซเดียมเปอร์คาร์บอเนตได้โซเดียม (Na^+) ดังสมการ

$$2Na_2CO_3 \cdot 3H_2O_2 \rightarrow 4Na^+ + 2CO_3^{2-} + 3H_2O_2$$

โดยโซเดียม (Na^+) สามารถทำให้ความกระด้างสูงขึ้นได้ ซึ่งไม่เป็นความกระด้างที่แท้จริง (pseudo hardness) ส่วนปริมาณแอมโมเนียรวม (total ammonia) กลุ่มควบคุมซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่ใส่ โซเดียมเปอร์คาร์บอเนตจะมีแอมโมเนียรวมสูงกว่ากลุ่มทดลองและมีปริมาณมากขึ้นแปรผกผันกับความเข้มข้น คือเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมเปอร์คาร์บอเนตสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณแอมโมเนียลดลงซึ่งโซเดียมเปอร์คาร์บอเนต สามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดีขึ้นได้โดยไปกำจัดสารอินทรีย์, แอมโมเนีย และไนโตรเจน (www.wichem.com) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 10) เมื่อเวลาผ่านไป ปริมาณแอมโมเนียมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นและมีค่ามากที่สุดที่ 12 ชั่วโมง (ภาพที่ 9) น่าจะเป็นผลมาจากชั่วโมงที่ 6 ปลาเริ่มทยอยตายและเกิดการเน่าแต่หลังจากชั่วโมงที่ 12 เริ่มลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ปลาหางนกยูงทดลองโดยใช้ sodium percarbonate ที่ระดับความเข้มข้น 135, 157, 182, 212 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะเวลา 48 ชั่วโมงพบว่าอัตราการตายสะสมของปลาหางนกยูงมีค่าเท่ากับ 47, 77, 87, 97 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 5)จากเปอร์เซ็นต์การตายนี้นำไปคำนวณค่า LC_{50} ที่เวลา 48 ชั่วโมงเท่ากับ 128(108.39-151.17) มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์(ภาพที่ 4) และจากการสังเกตพบว่าพฤติกรรมของปลาหางนกยูงที่ได้รับพิษของ sodium percarbonate ทุกระดับความเข้มข้นปลาจะว่ายน้ำช้าลงและมักลอยหัวนิ่งๆ บริเวณผิวน้ำ ปลาที่ใกล้ตายจะว่ายน้ำเสียการทรงตัว หายใจช้าลงและหยุดหายใจในที่สุด ปลาที่ตายจะอ้าปากแผ่นปิดเหงือกกางออก ที่เวลาหลังการทดลอง 24 ชั่วโมง ปลากลุ่มควบคุมจะขึ้นมาลอยหัวบริเวณผิวน้ำว่ายน้ำไปมา ในขณะที่ปลาทุกกลุ่มทดลองที่รอดตายจะว่ายน้ำเป็นปกติไม่ขึ้นมาบริเวณผิวน้ำเหมือนก่อนหน้านี้

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) มีค่าระหว่าง 8.33 – 9.64 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับในปลาเสือสุมาตรา คือ หลังจากใส่ โซเดียมเปอร์คาร์บอเนตจะทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นผันแปรตามความเข้มข้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 11) ทุกกลุ่มการทดลองมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลามากขึ้น(ภาพที่ 10) เนื่องจากคาร์บอไดออกไซด์ที่ปลาขับออกมารวมตัวกับน้ำจะทำให้เกิดกรดคาร์บอนิค ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำจึงลดลง การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) เมื่อเริ่มต้นการทดลองปริมาณออกซิเจนมีค่า 6.44 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากใส่โซเดียมเปอร์คาร์บอเนต 30 นาที พบว่าปริมาณออกซิเจนเพิ่มสูงขึ้น ผันแปรตามความเข้มข้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 12) ยกเว้นที่ความเข้มข้น 157 และ 182 มิลลิกรัมต่อลิตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) จากนั้น ปริมาณออกซิเจนมีแนวโน้มลดลงทุกกลุ่มการทดลอง (ภาพที่ 11) ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกกลุ่มการทดลองในกลุ่มควบคุมจะมีค่าความเป็นด่างแตกต่างจากกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 13) มีค่าอยู่ในช่วง 160 – 313.33 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป ความเป็นด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกกลุ่มการทดลองเนื่องจากการเพิ่มของปริมาณโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) แต่ปริมาณที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ภาพที่ 12) ความกระด้าง (Hardness) พบว่ากลุ่มทดลองซึ่งใส่โซเดียมเปอร์คาร์บอเนตเมื่อความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่าความกระด้างของน้ำลดลงเป็นผลมาจากโซเดียมเปอร์คาร์บอเนตไปลดปริมาณเกลือพวกแคลเซียม (Ca^{2+}) และ แมกนีเซียม (Mg^{2+}) จึงทำให้ความกระด้างลดลง (ภาพที่ 13) แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบกันทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ภาพที่ 14) ส่วนปริมาณแอมโมเนียรวม (total ammonia) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกลุ่มการทดลอง (ภาพที่ 14)แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 15) โดยปริมาณแอมโมเนียแปรผกผันกับความเข้มข้นคือเมื่อความเข้มข้นมากขึ้นจะทำให้ปริมาณแอมโมเนียลดลง เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะไปลดของเสียทางชีววิทยาทางน้ำ, คาร์บอเนตจะถูกทำให้เป็นกลางโดยของเสียทางชีววิทยาทางน้ำโดยจะเปลี่ยนรูปไปเป็นไบคาร์บอเนตและโซเดียมมีความเป็นพิษต่ำและจะถูกปล่อยออกมาน้อยเมื่อเทียบกับความเข้มข้นหลักและจำนวนของโซเดียมที่ปล่อยออกมาจะไม่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (ปนัดดา, 2547) ดังสมการ

$$2Na_2CO_3 \cdot 3H_2O_2 \rightarrow 4Na^+ + 2CO_3^{2-} + 3H_2O_2$$

จะเห็นได้ว่าผลของคุณสมบัติของน้ำในการทดลองกับปลาทั้ง 2 ชนิดอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (ประเทือง,2534) ดังนั้นคุณสมบัติของน้ำที่ใช้ทดลองและระหว่างการทดลองจึงไม่มีผลกระทบในการดำรงชีวิตของปลาเสือสุมาตราและปลาหางนกยูงที่ทดลอง แต่การตายของลูกปลาเป็นอิทธิพลของ sodium percarbonate โดยตรง ซึ่งน่าจะมีการศึกษาต่อไปทางด้านเนื้อเยื่อวิทยาว่าสารนี้ไปทำลายที่อวัยวะส่วนใดจึงทำให้เกิดการตายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20547

ตารางที่ 3 จำนวนรอดเฉลี่ยของจำนวน theront (เซลล์/มิลลิลิตร) เมื่อได้รับสาร sodium percarbonate ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่างกัน

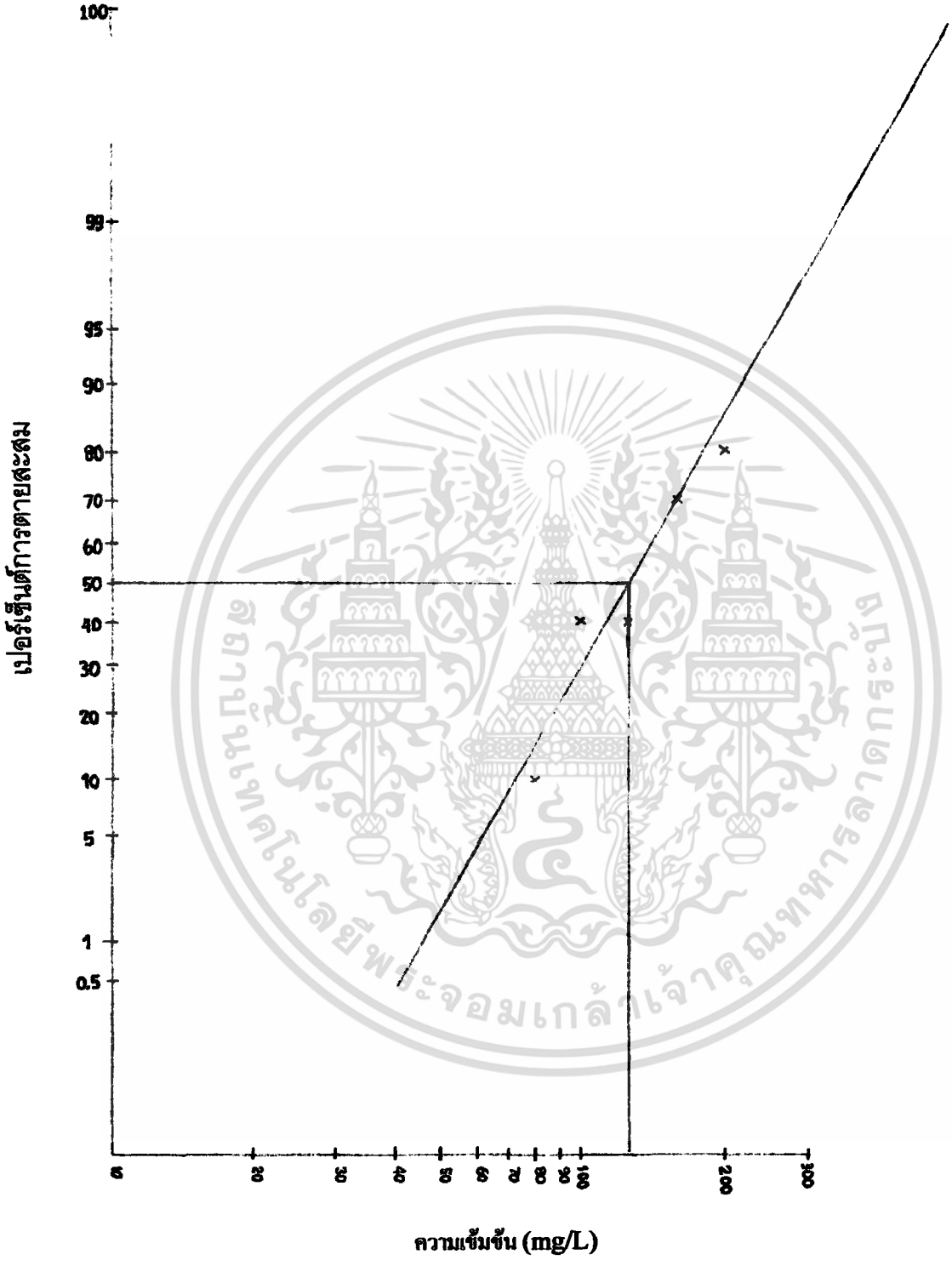
sodium percarbonate	เวลา(นาที)			
(mg/L)	30	60	120	180
ควบคุม	5,000	3,000	3,000	1,000
50	4,000	0	0	0
75	3,000	0	0	0
100	0	0	0	0
125	0	0	0	0
150	0	0	0	0

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การตายสะสมจากการทดลอง LC_{50} ของ sodium percarbonate ในปลาเสือสุมาตราที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

sodium percarbonate	เวลา(ชั่วโมง)					
(mg/L)	1	6	12	24	36	48
0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	7	7	7	7
100	0	10	37	37	37	37
127	0	7	43	43	43	43
160	0	43	73	73	73	73
200	0	53	77	80	80	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ



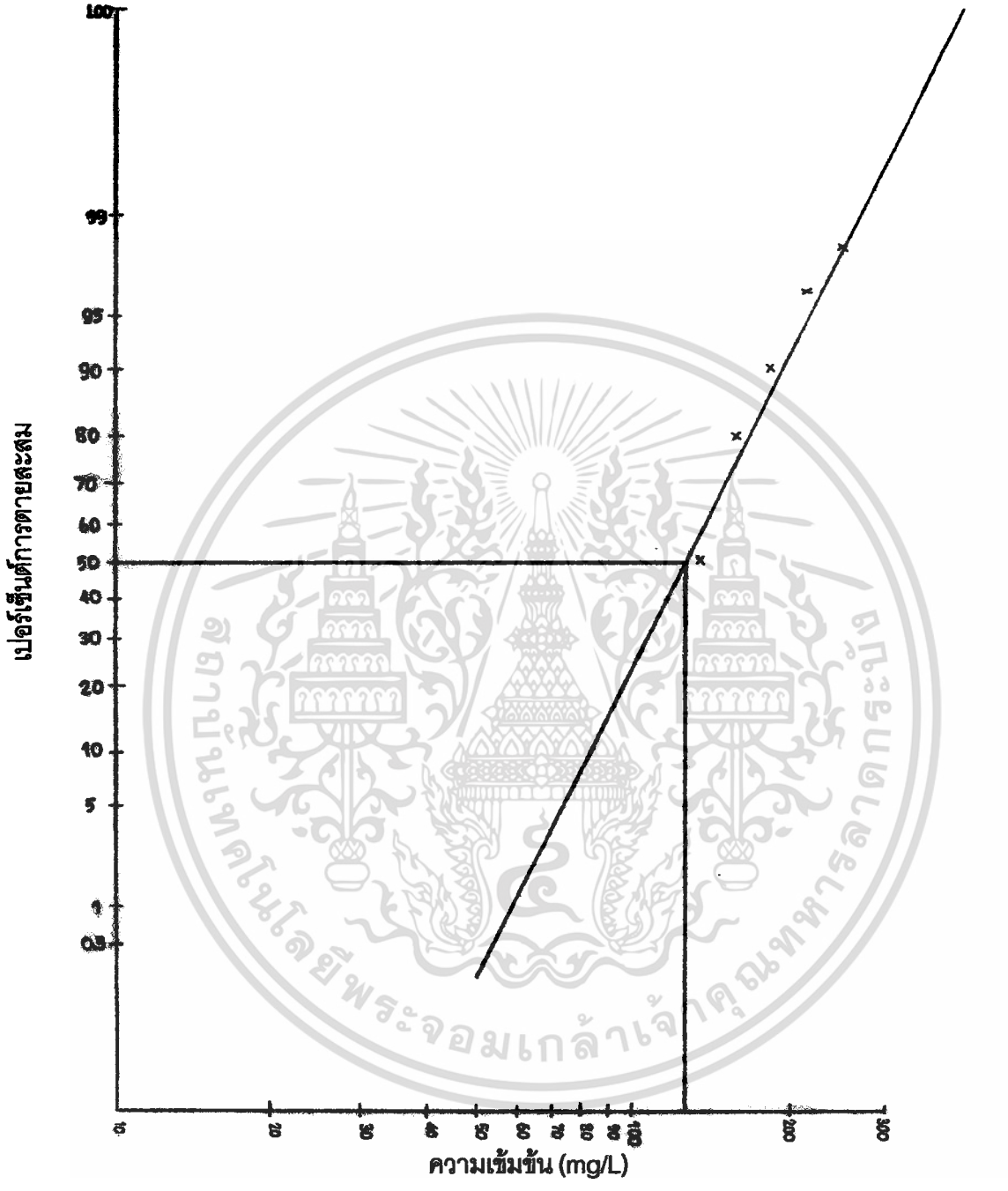
ภาพที่ 3 แสดงค่า LC_{50} ของ sodium percarbonate ต่อปลาเสือสุมาตราที่เวลา 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การตายสะสม จากการทดลอง LC_{50} ของ sodium percarbonate ใน ปลาหางนกยูงที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

sodium percarbonate	เวลา(ชั่วโมง)					
(mg/L)	1	6	12	24	36	48
0	0	0	0	0	0	0
135	0	23	30	37	40	47
157	0	53	67	77	77	77
182	3	57	73	80	87	87
212	0	83	90	93	97	97
250	0	100	100	100	100	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



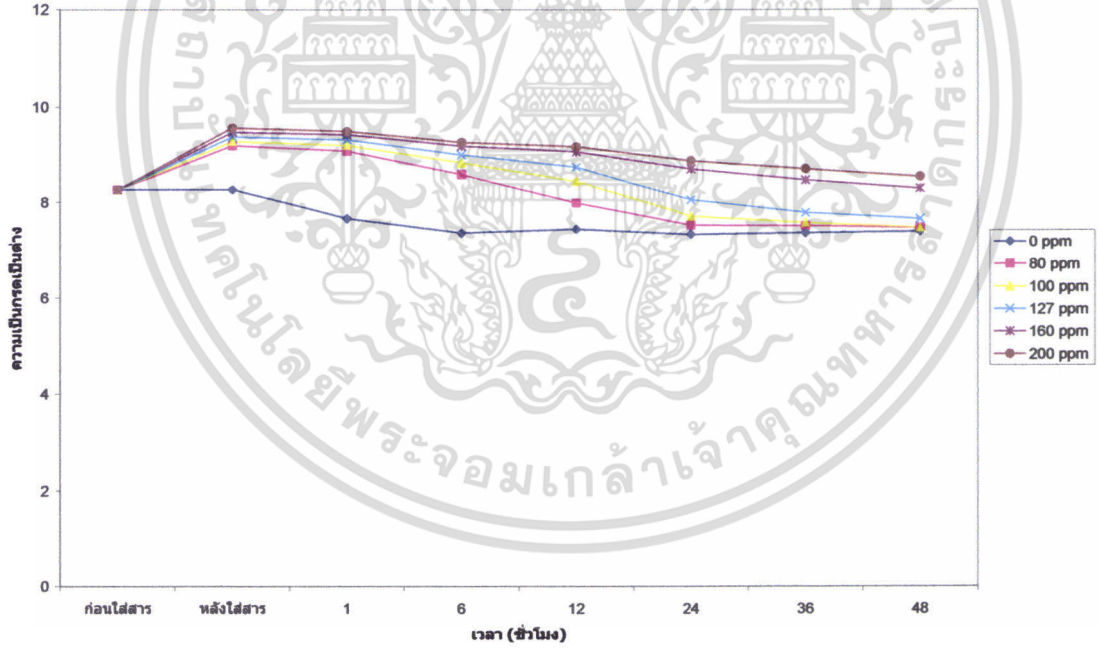
ภาพที่ 4 แสดงค่า LC_{50} ของ sodium percarbonate ต่อปลาหางนกยูง ที่เวลา 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา

ความเข้มข้น	เวลา(ชั่วโมง)							
(mg/L)	ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	8.28^{a}	8.28^{a}	7.66^{a}	7.36^{a}	7.44^{a}	7.33^{a}	7.36^{a}	7.39^{a}
80	8.28^{a}	9.20^{b}	9.09^{b}	8.61^{b}	7.99^{b}	7.52^{ab}	7.51^{ab}	7.47^{a}
100	8.28^{a}	9.29^{c}	9.21^{c}	8.85^{c}	8.47^{c}	7.71^{b}	7.58^{ab}	7.47^{a}
127	8.28^{a}	9.38^{d}	9.32^{cd}	9.01^{d}	8.76^{d}	8.06^{c}	7.78^{b}	7.65^{a}
160	8.28^{a}	9.48^{e}	9.43^{de}	9.19^{e}	9.07^{e}	8.72^{d}	8.49^{c}	8.31^{b}
200	8.28^{a}	9.57^{f}	9.50^{e}	9.27^{e}	9.18^{e}	8.89^{d}	8.72^{c}	8.56^{b}

* อักษรที่ต่างกันในแถวแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



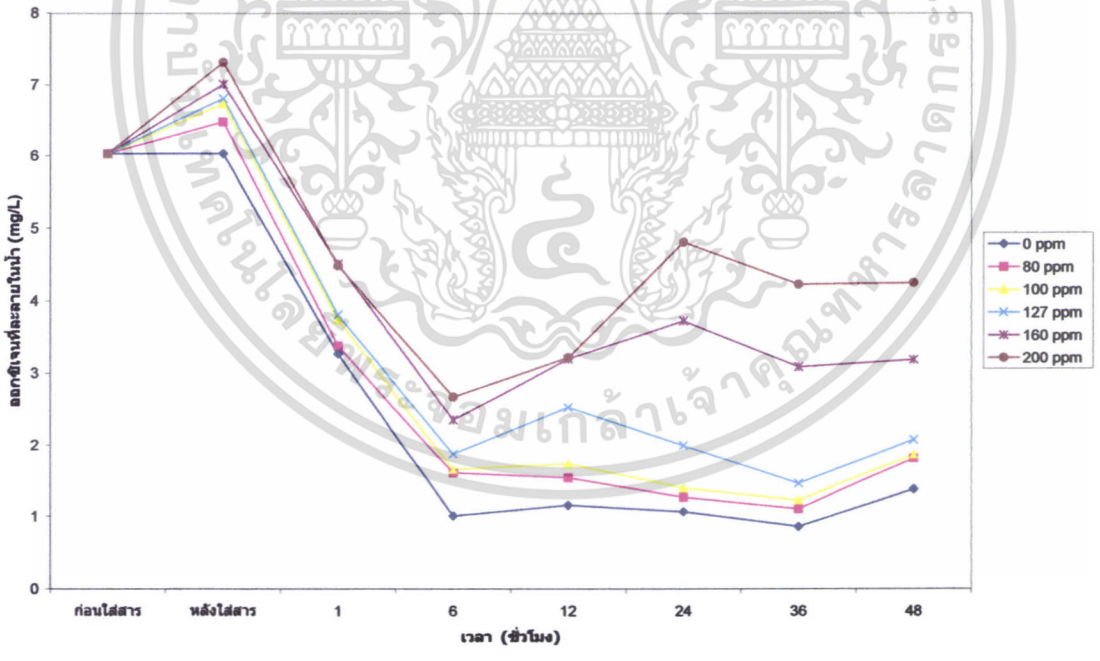
ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา

ความเข้มข้น	เวลา(ชั่วโมง)							
(mg/L)	ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	6.03^{a}	6.03^{a}	3.27^{a}	1.01^{a}	1.16^{a}	1.07^{a}	0.86^{a}	1.38^{a}
80	6.03^{a}	6.48^{b}	3.38^{ab}	1.61^{b}	1.54^{a}	1.27^{a}	1.11^{a}	1.82^{ab}
100	6.03^{a}	6.74^{c}	3.75^{bc}	1.66^{b}	1.74^{ab}	1.40^{a}	1.23^{a}	1.87^{ab}
127	6.03^{a}	6.81^{d}	3.81^{c}	1.88^{b}	2.53^{bc}	2.00^{a}	1.46^{a}	2.08^{ab}
160	6.03^{a}	7.01^{e}	4.51^{d}	2.36^{c}	3.20^{c}	3.73^{b}	3.09^{b}	3.19^{bc}
200	6.03^{a}	7.32^{f}	4.49^{d}	2.68^{c}	3.22^{c}	4.81^{c}	4.23^{b}	4.25^{c}

* อักษรที่ต่างกันในแถวแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$)



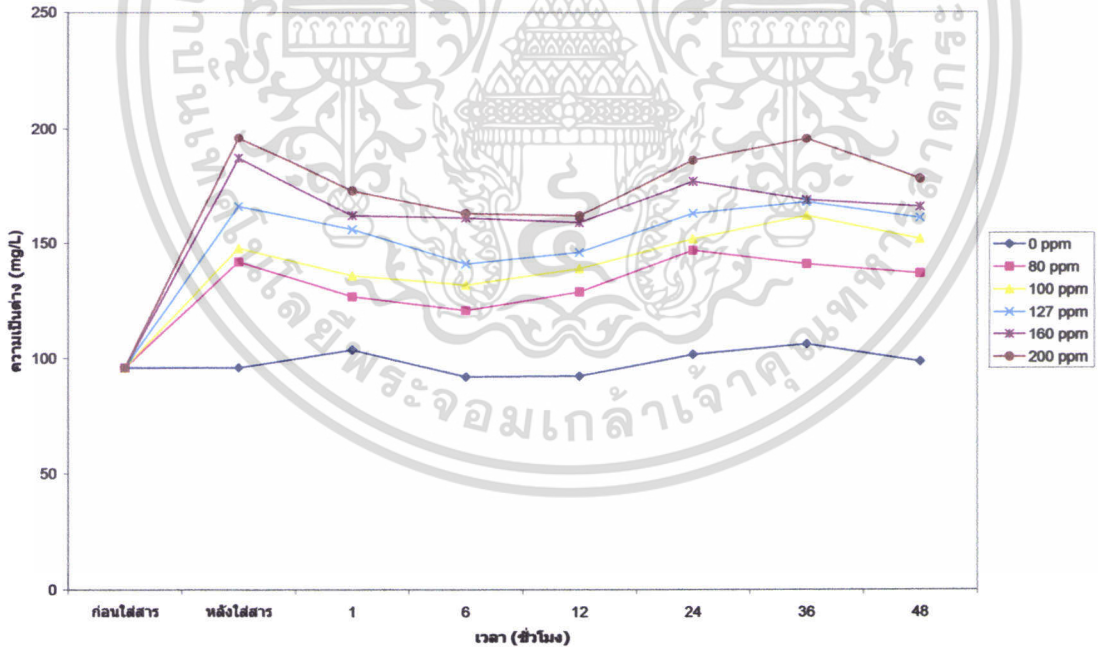
ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา

ความเข้มข้น	เวลา(ชั่วโมง)							
(mg/L)	ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	96^{a}	96^{a}	103.67^{a}	92^{a}	92.33^{a}	101.67^{a}	106^{a}	98.67^{a}
80	96^{a}	142^{b}	127^{ab}	121^{b}	129^{b}	147^{b}	141^{b}	137^{b}
100	96^{a}	148^{c}	136^{bc}	132^{bc}	139^{bc}	152^{bc}	162^{bc}	152^{c}
127	96^{a}	166^{d}	156^{bcd}	141^{c}	146^{cd}	163^{cd}	168^{c}	161^{cd}
160	96^{a}	187^{e}	162^{cd}	161^{d}	159de	177de	169^{c}	166^{d}
200	96^{a}	196^{f}	173^{d}	163^{d}	162^{e}	186^{e}	195.67^{d}	178^{e}

* อักษรที่ต่างกันในแถวแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



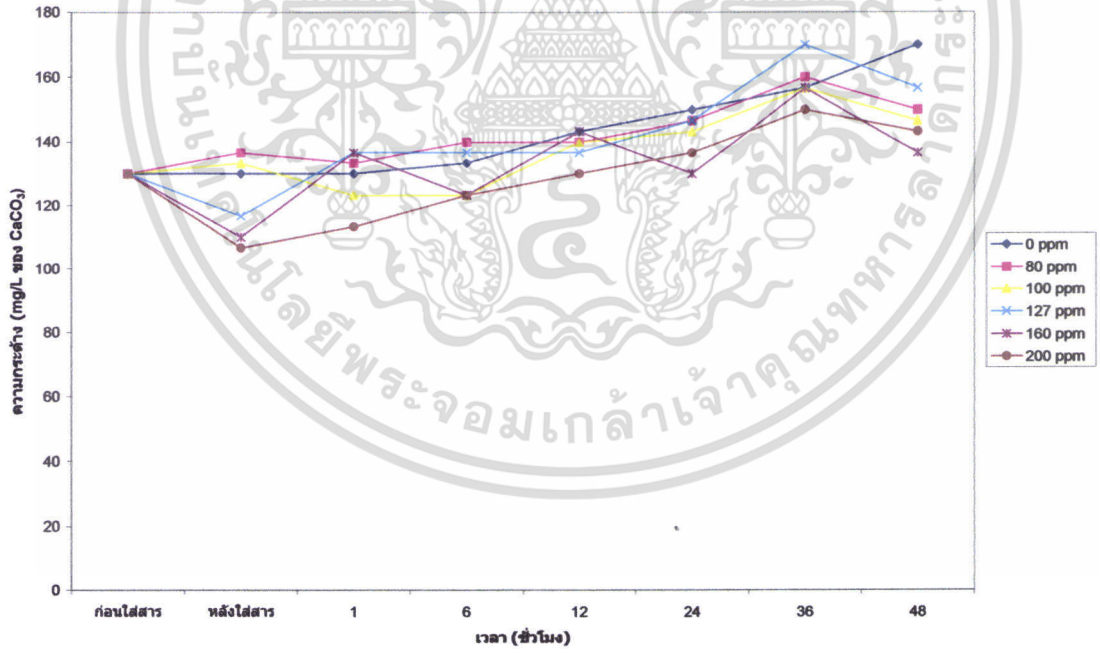
ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา

ความเข้มข้น	เวลา(ชั่วโมง)							
(mg/L)	ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	130[a]	130[a]	130[a]	133.33[a]	143.33[a]	150[a]	156.67[a]	170[a]
80	130[a]	136.67[a]	133.33[a]	140[a]	140[a]	146.67[a]	160[a]	150[ab]
100	130[a]	133.33[a]	123.33[a]	123.33[a]	140[a]	143.33[a]	156.67[a]	146.67[ab]
127	130[a]	116.67[a]	136.67[a]	136.67[a]	136.67[a]	146.67[a]	170[a]	156.67[ab]
160	130[a]	110[a]	136.67[a]	123.33[a]	143.33[a]	130[a]	156.67[a]	136.67[ab]
200	130[a]	106.67[a]	113.33[a]	123.33[a]	130[a]	136.67[a]	150[a]	143.33[b]

* อักษรที่ต่างกันในแถวแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



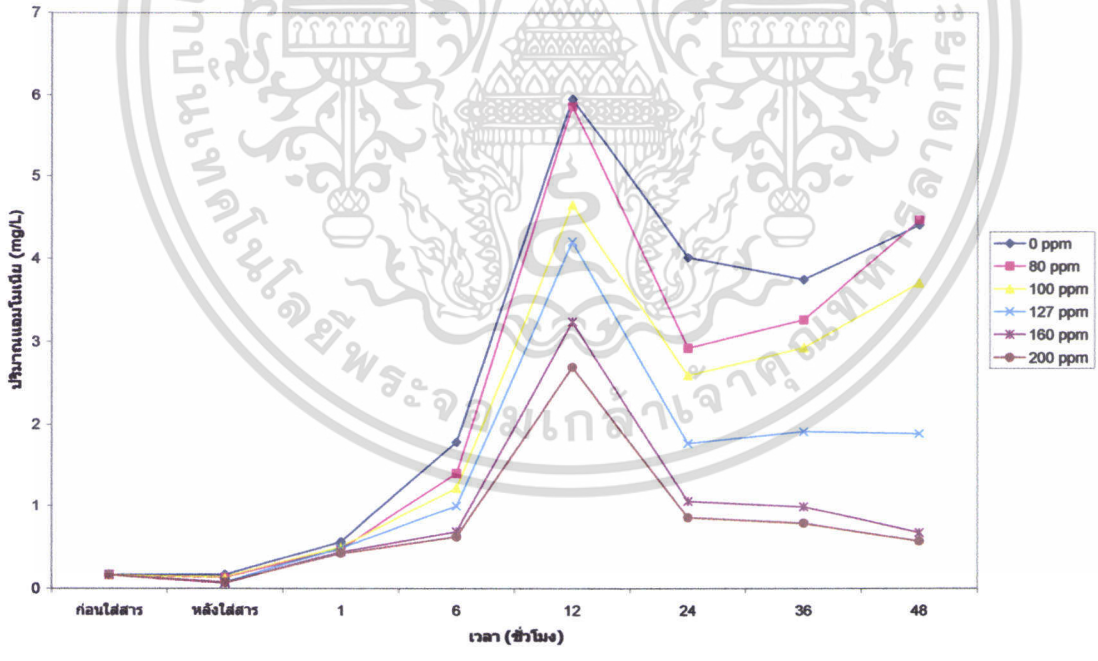
ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)							
(mg/L)	ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	0.168^{a}	0.168^{a}	0.567^{a}	1.784^{a}	5.954^{a}	4.016^{b}	3.747^{c}	4.405^{c}
80	0.168^{a}	0.136^{a}	0.478^{a}	1.402^{a}	5.866^{a}	2.926^{ab}	3.266^{c}	4.458^{c}
100	0.168^{a}	0.138^{a}	0.507^{a}	1.221^{a}	4.649^{a}	2.597^{ab}	2.933^{c}	3.708^{bc}
127	0.168^{a}	0.075^{b}	0.489^{a}	0.998^{a}	4.207^{a}	1.769^{ab}	1.914^{b}	1.889^{ab}
160	0.168^{a}	0.066^{b}	0.443^{a}	0.691^{a}	3.241^{a}	1.058^{a}	0.991^{a}	0.680^{a}
200	0.168^{a}	0.075^{b}	0.425^{a}	0.627^{a}	2.696^{a}	0.857^{a}	0.790^{a}	0.574^{a}

* อักษรที่ต่างกันในแถวแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



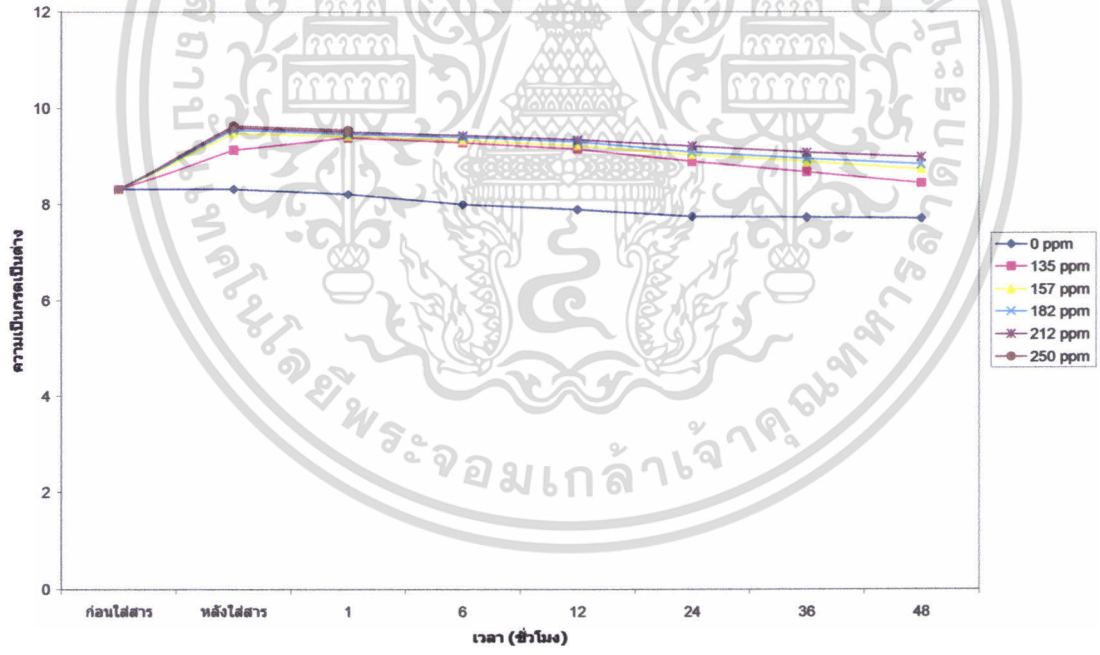
ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)							
(mg/L)	ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	8.33^{a}	8.33^{a}	8.22^{a}	8.00^{a}	7.89^{a}	7.75^{a}	7.73^{a}	7.71^{a}
135	8.33^{a}	9.14^{b}	9.39^{b}	9.29^{b}	9.16^{b}	8.91^{b}	8.70^{b}	8.47^{b}
157	8.33^{a}	9.49^{c}	9.42^{ab}	9.34^{bc}	9.23^{bc}	9.05^{bc}	8.91^{bc}	8.76^{bc}
182	8.33^{a}	9.55^{d}	9.47^{bc}	9.40^{bc}	9.31^{bc}	9.10^{bc}	8.96^{c}	8.85^{c}
212	8.33^{a}	9.60^{e}	9.51^{de}	9.44^{c}	9.35^{c}	9.22^{c}	9.09^{c}	8.99^{c}
250	8.33^{a}	9.64^{f}	9.55^{e}	-	-	-	-	-

* อักษรที่ต่างกันในแถวแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



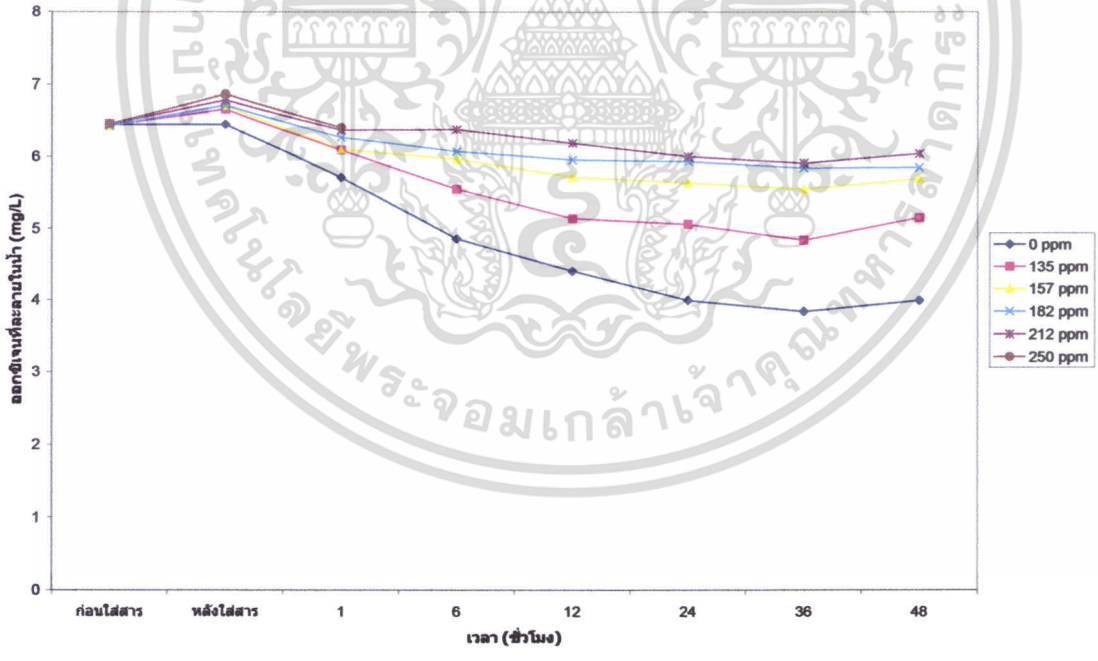
ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)							
(mg/L)	ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	6.46 ^{ab}	6.46 ^{a}	5.71 ^{a}	4.86 ^{a}	4.40 ^{a}	3.99 ^{a}	3.84 ^{a}	3.99 ^{a}
135	6.45 ^{ab}	6.67 ^{b}	6.09 ^{b}	5.55 ^{ab}	5.14 ^{b}	5.06 ^{b}	4.84 ^{b}	5.15 ^{ab}
157	6.44 ^{a}	6.72 ^{c}	6.10 ^{b}	5.97 ^{bc}	5.72 ^{c}	5.64 ^{bc}	5.55 ^{bc}	5.70 ^{b}
182	6.44 ^{a}	6.72 ^{c}	6.27 ^{bc}	6.07 ^{bc}	5.95 ^{c}	5.93 ^{c}	5.84 ^{c}	5.85 ^{b}
212	6.47 ^{ab}	6.79 ^{d}	6.38 ^{c}	6.39 ^{c}	6.19 ^{c}	6.00 ^{c}	5.91 ^{c}	6.04 ^{b}
250	6.47 ^{b}	6.87 ^{e}	6.42 ^{c}	-	-	-	-	-

* อักษรที่ต่างกันในแถวแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



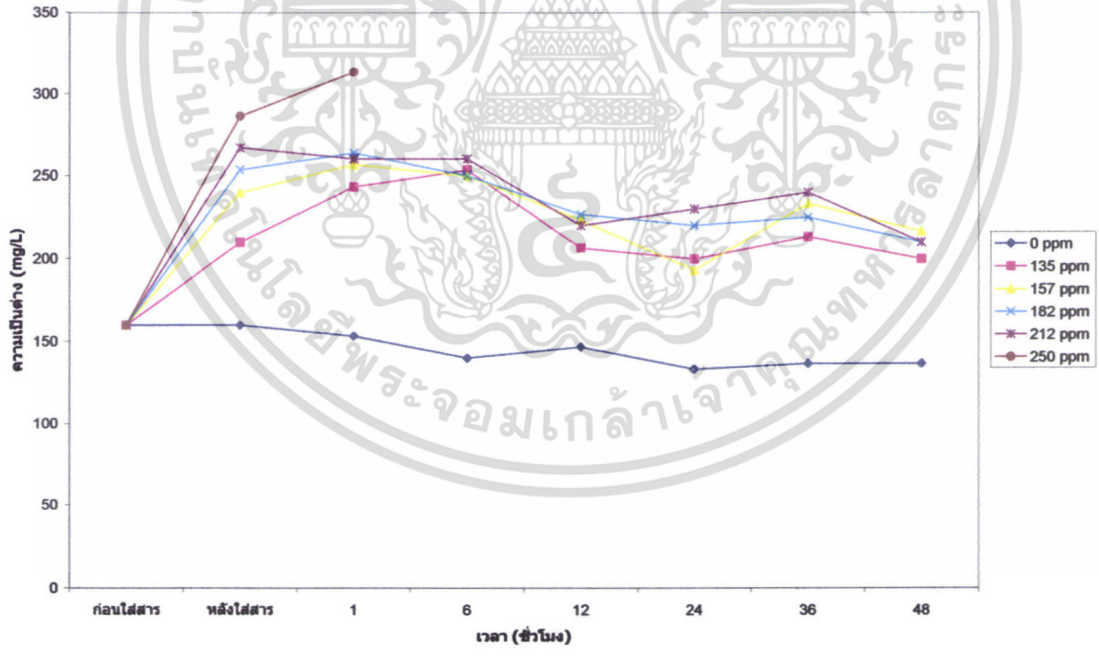
ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)							
(mg/L)	ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	160 ^{a}	160 ^{a}	153.33 ^{a}	140 ^{a}	146.67 ^{a}	133.33 ^{a}	136.67 ^{a}	136.67 ^{a}
135	160 ^{a}	210 ^{b}	243.33 ^{b}	253.33 ^{b}	206.67 ^{b}	200 ^{b}	213.33 ^{b}	200 ^{b}
157	160 ^{a}	240 ^{c}	256.67 ^{b}	250 ^{b}	223.33 ^{b}	193.33 ^{b}	233.33 ^{b}	216.67 ^{b}
182	160 ^{a}	253.33 ^{cd}	263.33 ^{b}	250 ^{b}	226.67 ^{b}	220 ^{b}	225 ^{b}	210 ^{b}
212	160 ^{a}	266.67 ^{d}	260 ^{b}	260 ^{b}	220 ^{b}	230 ^{b}	240 ^{b}	210 ^{b}
250	160 ^{a}	286.67 ^{c}	313.33 ^{c}	-	-	-	-	-

* อักษรที่ต่างกันในแถวแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



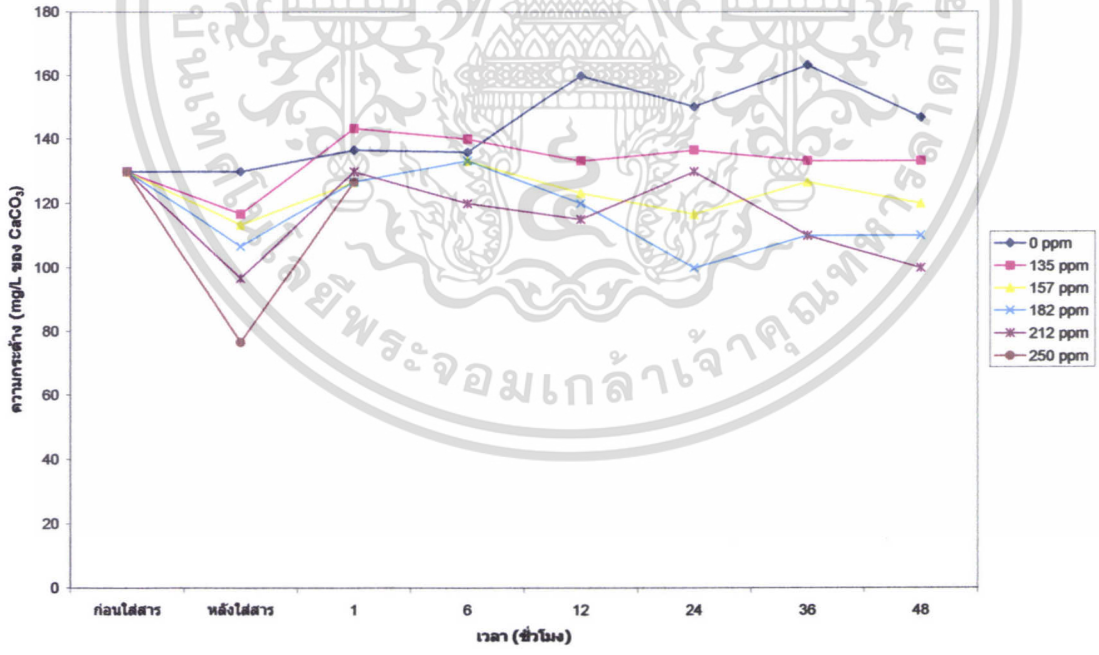
ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)							
(mg/L)	ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	130 ^{a}	130^{c}	136.67 ^{a}	136.67 ^{a}	160 ^{b}	150 ^{d}	163.33 ^{b}	146.67 ^{b}
135	130 ^{a}	116.67^{bc}	143.33 ^{a}	140 ^{a}	133.33 ^{ab}	136.67 ^{cd}	133.33 ^{ab}	133.33 ^{ab}
157	130 ^{a}	113.33^{bc}	126.67 ^{a}	133.33 ^{a}	123.33 ^{a}	116.67 ^{ab}	126.67 ^{ab}	120 ^{ab}
182	130 ^{a}	106.67^{bc}	126.67 ^{a}	133.33 ^{a}	120 ^{a}	100 ^{a}	110 ^{a}	110 ^{ab}
212	130 ^{a}	96.67^{ab}	130 ^{a}	120 ^{a}	115 ^{a}	130 ^{bc}	110 ^{a}	100 ^{a}
250	130 ^{a}	76.67^{a}	126.67 ^{a}	-	-	-	-	-

* อักษรที่ต่างกันในแถวแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



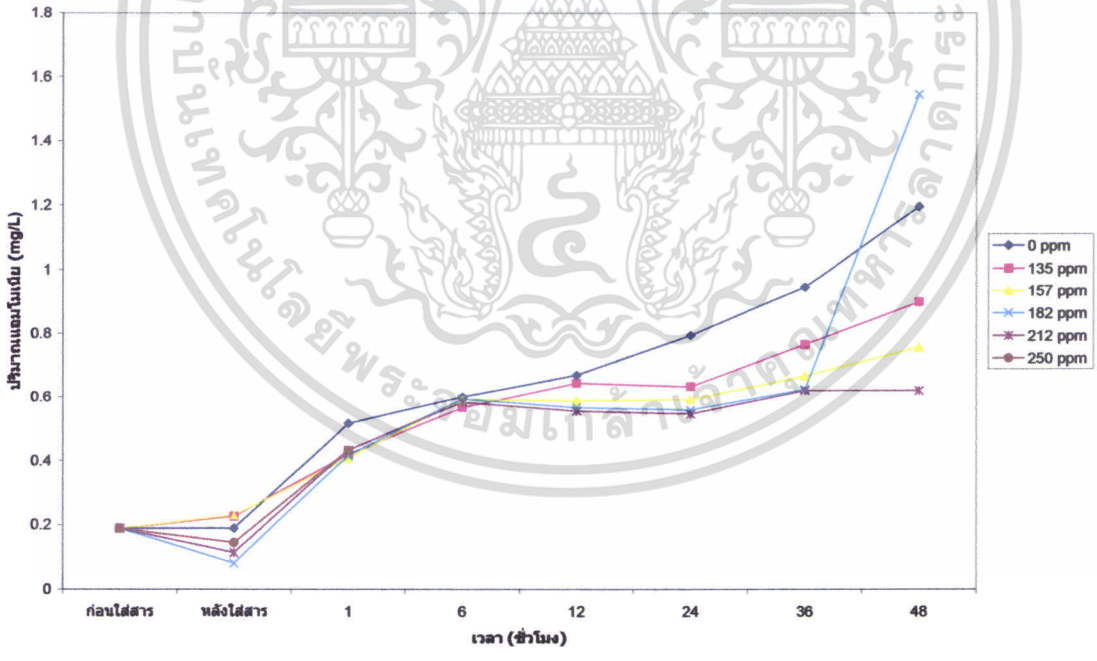
ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)							
(mg/L)	ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	0.189 ^{a}	0.189 ^{bc}	0.515 ^{a}	0.600 ^{a}	0.670 ^{a}	0.795 ^{b}	0.946 ^{c}	1.196 ^{a}
135	0.189 ^{a}	0.226 ^{c}	0.420 ^{a}	0.566 ^{a}	0.645 ^{a}	0.634 ^{a}	0.766 ^{b}	0.899 ^{a}
157	0.189 ^{a}	0.229 ^{c}	0.409 ^{a}	0.592 ^{a}	0.589 ^{a}	0.592 ^{a}	0.668 ^{ab}	0.757 ^{a}
182	0.189 ^{a}	0.081 ^{a}	0.416 ^{a}	0.594 ^{a}	0.566 ^{a}	0.558 ^{a}	0.625 ^{b}	1.545 ^{a}
212	0.189 ^{a}	0.114 ^{ab}	0.433 ^{a}	0.583 ^{a}	0.555 ^{a}	0.545 ^{a}	0.621 ^{a}	0.621 ^{a}
250	0.189 ^{a}	0.145 ^{ab}	0.433 ^{a}	-	-	-	-	-

* อักษรที่ต่างกันในแถวแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาประสิทธิภาพของ sodium percarbonate ในการฆ่าเชื้อ theront ในหลอดทดลอง (in vitro) โดยใช้ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้เวลา 60 นาที และที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้เวลา 30 นาที แต่ในการนำไปปฏิบัติจริงเชื้อ theront น่าจะมีความแข็งแรงมากกว่าเนื่องจากอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม มีเจ้าบ้าน มีอาหาร มีออกซิเจนที่เพียงพอ ดังนั้นในการฆ่าเชื้อ theront ภาคสนามหรือในฟาร์ม ความเข้มข้นดังกล่าวอาจใช้ไม่ได้ผลอย่างเต็มที่ ควรจะต้องทำการศึกษากันต่อไป นอกจากนี้ปลาแต่ละชนิดจะมีความทนทานต่อ sodium percarbonate ได้แตกต่างกัน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องตระหนักถึง เช่น การหาค่าความเป็นพิษเฉียบพลันที่ทำให้สัตว์ทดลองตายลงครึ่งหนึ่ง (LC_{50}) เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาแล้วนำไปคำนวณหาระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัยสำหรับปลาแต่ละชนิด
2. จากการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของ sodium percarbonate ที่มีต่อปลาเสือสุมาตราและปลาหางนกยูงพบว่า ค่า LC_{50} ที่เวลา 48 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 125 (101.13-154.50) และ 128 (108.39-151.17) มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าปลาหางนกยูงมีความทนทานต่อ sodium percarbonate ได้ใกล้เคียงกับปลาเสือสุมาตรา
3. sodium percarbonate จะทำให้คุณภาพน้ำเกี่ยวกับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO), ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) เพิ่มขึ้นในขณะที่จะทำให้ค่าความกระด้าง (Hardness) และ ปริมาณแอมโมเนีย (NH_3) ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กมลพร ทองอุไทย และสุปราณี ชินบุตร. 2544. การป้องกันและกำจัดโรคปลา. สถาบันวิจัยสุขภาพสัตว์น้ำกรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์:กรุงเทพฯ.

กมลพร ภูวภูตานนท์ และ สุปราณี ชินบุตร. 2526. ปรสิตปลาน้ำจืดของไทย. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 63 น.

คีรี กออนันตกุล. 2545. โรคของปลาสวยงามน้ำจืด. เอกสารวิชาการ. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 60 น.

จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน. 2530. โปรโตซัวที่เป็นปรสิตภายนอกของปลาน้ำจืดบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชลอ ลิ้มสุวรรณ. 2528. โรคปลา. เอกสารประกอบการสอนวิชา ชีววิทยาประมง 444. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 227 น.

บุษรา สร้อยระย้า. 2531. ผลของสารฟอกขาว โซเดียมไฮเปอร์คลอไรท์และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสีและความเหนียวของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสีรีแอคทีฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปนัดดา จุงน้อย. 2546. การใช้ยาสลบ 2 – phenoxyethanol ร่วมกับสารปรับคุณภาพน้ำ (ซีโอไลท์และออกซิเจนผง) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งปลาหางนกยูง. ปัญหาพิเศษ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 40 น.

ประเทือง เชาว์วันกลาง. 2534. คุณภาพน้ำทางการประมง. แผนกประมง. คณะวิชาสัตวศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 85 น.

ประไพสิริ สิริกาญจน. 2546. ความรู้เรื่องปรสิตสัตว์น้ำ. ภาควิชาชีววิทยาประมง. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 270 น.

มานพ ตั้งตรงไพโรจน์. 2544. การใช้ยาและสารเคมี. เอกสารวิชาการ. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 65 น.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2541. การผลิตและการค้าปลาสวยงาม. เอกสารเศรษฐกิจการเกษตร. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 98 น.

Andrew, C., A. Exel and N. Carrington. 1988. The Interpet Manual of Fish Health. Vincent Lane, Dorking, Surrey, United Kingdom. 208 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Buchmann, K., P.B. Jensen, and K.D. Kruse. 2003. Effects of sodium percarbonate and garlic extract on *Ichthyophirius multifiliis* theronts and tomocysts: in vitro experiments. Aquaculture 65: 21-24.

Gollon, J. L. and B. R. Griffin. 1998. Efficacy of copper sulfate for the treatment of ichthyophthiriasis in channel catfish. Journal Aquatic Animal Health. 10 : 390-396.

Ling, K. H. , Y. M. Sin and T. J. Lam. 1993. Effect of copper sulphate on ichthyophthiriasis (white spot disease) in goldfish (*Carassius auratus*). Aquaculture. 118 : 23-25.

Litchfield , J. T. and F. Wilcoxon. 1949. A simpliflied method for evaluating dose-effect experiments. Journal of Pharmacology and experimental therapeutics,96:99-133.

Rach, J. J. , M. P. Gaikowaki and R. T. Ramsay. 2000. Efficacy of hydrogen peroxide to control parasitic infestation on hatchery-reared fish. Journal of Aquatic Animal Health. 12 : 267-273.

Schaperclaus, W. 1992. Fish Disease. Vol. 2. A. Balkema, Rotterdom. 802 p.

Schlenk, D., J. L. Gollon, and B. R. Griffin. 1998. Efficacy of copper sulfate for the treatment of ichthyophthiriasis in channel catfish. Journal of Aquatic Animal Health 10: 390-396.

Staraus, D. L. and B. R. Griffin. 2001. Prevention of an initial infestation of *Ichthyopthirius multifiliis* in channel catfish and blue tilapia by potassium permanganate treatment. North American Journal of aquaculture. 63 : 11-16.

Tieman, D. M. and A. E. Goodwin. 2001. Treatment fie ich infestation in channel catfish evaluated under static and flow-through water condition. North American Journal of Aquaculture. 63 : 293-299.

www.chem-world.com

www.efish2u.com

www.solvay.com

www.wlchem.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 จำนวนรอดเฉลี่ยของ theront (เซลล์/2 ไมโครลิตร) เมื่อได้รับสาร sodium percarbonate ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาต่างกัน

sodium percarbonate (mg/L)	ซ้ำที่	เวลา (นาที) 30	60	120	180
ควบคุม	1	9	7	5	1
	2	4	6	7	3
	3	14	5	6	2
	4	12	5	7	3
	$\bar{x}$	10	6	6	2
50	1	8	0	0	0
	2	8	0	0	0
	3	9	0	0	0
	4	5	0	0	0
	$\bar{x}$	8	-	-	-
75	1	8	0	0	0
	2	7	0	0	0
	3	5	0	0	0
	4	4	0	0	0
	$\bar{x}$	6	-	-	-
100	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
	4	0	0	0	0
	$\bar{x}$	-	-	-	-
125	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
	4	0	0	0	0
	$\bar{x}$	-	-	-	-
150	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
	4	0	0	0	0
	$\bar{x}$	-	-	-	-

0 คือเซลล์ที่ตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหา 48 ชั่วโมง LC_{50} ตามวิธีของ Litchfield และ Wilcoxon (1949) สัญลักษณ์ที่ใช้

K = จำนวนระดับความเข้มข้นที่ใช้

N = K-2 = degree of freedom ของ x^2

LC_{50} = ความเข้มข้นที่ให้สัตว์ทดลองตายไปครึ่งหนึ่ง

S = ค่าฟังก์ชั่นความเอียง

f_{LC50} = ค่าแฟคเตอร์ของ LC_{50} และ S

N = จำนวนสัตว์ทดลองที่ใช้และอยู่ระหว่างค่า LC_{16} และ LC_{84}

ในการทดสอบถ้าค่า x^2 จากตารางมีค่ามากกว่า x^2 ที่คำนวณได้แสดงว่า ค่าการเบี่ยงเบนของจุดไปจากเส้นตรง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังนั้น สามารถใช้เส้นตรงนี้ในการประมาณค่า LC_{50} ได้

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ค่า LC_{50} ของปลาเสือสุมาตรา

ความเข้มข้น (mg/L)	Dead/test	ค่าสังเกตุ (O%)	ค่าจากตาราง (E%)	O-E	$(O-E)^2/E(100-E)$
80	1/10	10	15	-5	0.02
100	4/10	40	30	10	0.048
127	4/10	40	50	-10	0.04
160	7/10	70	70	0	0
200	8/10	80	86	-6	0.03
					$x^2 = 0.138$

$$x^2 = 0.138 \times \frac{\text{จำนวนสัตว์ทดลองทั้งหมด}}{\text{ระดับความเข้มข้น}}$$

$x^2 = 0.138 \times (50/5)$

$x^2 = 1.38$

degree of freedom , n = K-2 = 5-2 = 3

x^2 จากตารางเมื่อ n = 3 มีค่า 7.815

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.38 น้อยกว่า 7.815 ดังนั้นข้อมูลที่ได้ การกระจายของจุดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ จากกราฟจะได้

$LC_{16} = 82$

$LC_{50} = 125$

$LC_{84} = 190$

ได้จากการอ่านค่าความเข้มข้นบนเส้นตรงคาดคะเนที่สร้างบน logarithmic probability paper ของการตายสะสมที่ 16. 50 และ 84 เปอร์เซ็นต์

$$S = \frac{(LC_{84}/LC_{50}) + (LC_{50}/LC_{16})}{2}$$

$$= \frac{(190/125) + (125/82)}{2}$$

$$= 1.52$$

$f_{LC50} = S^{2.77/\sqrt{N}}$; N = 30

$$= 1.52^{2.77/\sqrt{30}}$$

$$= 1.236$$

ขีดจำกัดบนของ LC_{50} ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 % = $LC_{50} \times f_{LC50}$ = 125 X 1.236 = 154.50

ขีดจำกัดล่างของ LC_{50} ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 % = LC_{50} / f_{LC50} = 125 / 1.236 = 101.13

LC_{50} ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 % = 125 (101.13-154.50)

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์หาค่า LC_{50} ของปลาหางนกยูง

ความเข้มข้น (mg/L)	Dead/test	ค่าสังเกตุ (O%)	ค่าจากตาราง (E%)	O-E	$(O-E)^2/E(100-E)$
135	5/10	50	56	-6	0.015
157	8/10	80	69	11	0.057
182	9/10	90	81	9	0.050
212	10/10	100(96.3)	89.5	6.8	0.050
250	10/10	100(98.2)	94.5	3.7	0.027

$x^2 = 0.199$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$x^2 = 0.199 \times \frac{\text{จำนวนสัตว์ทดลองทั้งหมด}}{\text{ระดับความเข้มข้น}}$$

$x^2 = 0.199 \times (50/5)$

$x^2 = 1.99$

degree of freedom , n = K-2 = 5-2 = 3

x^2 จากตารางเมื่อ n = 3 มีค่า 7.815

1.99 น้อยกว่า 7.815 ดังนั้นข้อมูลที่ได้ การกระจายของจุดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ จากกราฟจะได้

$LC_{16} = 92$

$LC_{50} = 128$

$LC_{84} = 178$

ได้จากการอ่านค่าความเข้มข้นบนเส้นตรงคาดคะเนที่สร้างบน logarithmic probability paper ของการตายสะสมที่ 16. 50 และ 84 เปอร์เซ็นต์

$$S = \frac{(LC_{84}/LC_{50}) + (LC_{50}/LC_{16})}{2}$$

$$= \frac{(178/128) + (128/92)}{2}$$

$= 1.39$

$f_{LC50} = S^{2.77/\sqrt{N}}$; N = 30

$= 1.39^{2.77/\sqrt{30}}$

$= 1.181$

ขีดจำกัดบนของ LC_{50} ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 % = $LC_{50} \times f_{LC50} = 128 \times 1.181 = 151.17$

ขีดจำกัดล่างของ LC_{50} ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 % = $LC_{50} / f_{LC50} = 125 / 1.181 = 108.39$

LC_{50} ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 % = 128 (108.39-151.17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ใน ปลาเสือสุมาตรา

sodium percarbonate		เวลา(ชั่วโมง)							
(mg/L)	ซ้ำที่	ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	1	8.28	8.28	7.55	7.29	7.38	7.33	7.34	7.38
	2	8.28	8.28	7.70	7.37	7.50	7.33	7.38	7.39
	3	8.28	8.28	7.72	7.42	7.44	7.34	7.36	7.40
	$\bar{x}$	8.28	8.28	7.66	7.36	7.44	7.33	7.36	7.39
80	1	8.28	9.20	9.08	8.54	7.99	7.54	7.51	7.45
	2	8.28	9.20	9.11	8.63	7.99	7.52	7.50	7.53
	3	8.28	9.20	9.07	8.65	7.98	7.51	7.52	7.44
	$\bar{x}$	8.28	9.20	9.09	8.61	7.99	7.52	7.51	7.47
100	1	8.28	9.29	9.20	8.76	8.39	7.70	7.61	7.49
	2	8.28	9.29	9.22	8.86	8.46	7.67	7.53	7.42
	3	8.28	9.29	9.22	8.93	8.57	7.76	7.60	7.51
	$\bar{x}$	8.28	9.29	9.21	8.85	8.47	7.71	7.58	7.47
127	1	8.28	9.38	9.32	8.97	8.78	8.24	7.90	7.71
	2	8.28	9.38	9.32	8.99	8.71	7.98	7.74	7.62
	3	8.28	9.38	9.32	9.07	8.79	7.97	7.69	7.61
	$\bar{x}$	8.28	9.38	9.32	9.01	8.76	8.06	7.78	7.65
160	1	8.28	9.48	9.43	9.17	9.13	8.87	8.76	8.65
	2	8.28	9.48	9.43	9.18	9.08	8.78	8.61	8.44
	3	8.28	9.48	9.42	9.21	9.01	8.52	8.11	7.83
	$\bar{x}$	8.28	9.48	9.43	9.19	9.07	8.72	8.49	8.31
200	1	8.28	9.57	9.50	9.22	9.16	8.83	8.64	8.50
	2	8.28	9.57	9.50	9.29	9.20	8.90	8.71	8.44
	3	8.28	9.57	9.49	9.30	9.19	8.94	8.81	8.73
	$\bar{x}$	8.28	9.57	9.50	9.27	9.18	8.89	8.72	8.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ(มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา

sodium percarbonate		เวลา(ชั่วโมง)							
(mg/L)	ซ้ำที่	ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	1	6.03	6.03	3.36	1.04	1.13	1.13	0.94	1.46
	2	6.03	6.03	3.39	1.05	1.29	1.07	0.88	1.44
	3	6.03	6.03	3.07	0.93	1.08	1.02	0.77	1.25
	$\bar{x}$	6.03	6.03	3.27	1.01	1.16	1.07	0.86	1.38
80	1	6.03	6.48	3.43	1.78	1.68	1.39	1.34	1.98
	2	6.03	6.48	3.21	1.46	1.51	1.21	1.02	2.13
	3	6.03	6.48	3.49	1.60	1.42	1.20	0.97	1.35
	$\bar{x}$	6.03	6.48	3.38	1.61	1.54	1.27	1.11	1.82
100	1	6.03	6.74	3.75	1.63	1.70	1.71	1.37	2.68
	2	6.03	6.74	3.73	1.73	1.68	1.23	1.52	1.05
	3	6.03	6.74	3.76	1.63	1.84	1.27	0.81	1.87
	$\bar{x}$	6.03	6.74	3.75	1.66	1.74	1.40	1.23	1.87
127	1	6.03	6.81	3.74	1.86	2.77	2.35	1.61	2.81
	2	6.03	6.81	3.77	1.82	2.59	2.18	1.45	2.08
	3	6.03	6.81	3.93	1.97	2.24	1.48	1.31	1.35
	$\bar{x}$	6.03	6.81	3.81	1.88	2.53	2.00	1.46	2.08
160	1	6.03	7.01	4.50	2.23	3.21	4.35	3.16	3.80
	2	6.03	7.01	4.44	2.38	3.66	3.64	3.81	3.36
	3	6.03	7.01	4.58	2.48	2.72	3.21	2.31	2.42
	$\bar{x}$	6.03	7.01	4.51	2.36	3.20	3.73	3.09	3.19
200	1	6.03	7.32	4.69	2.80	2.67	4.84	3.91	4.02
	2	6.03	7.32	4.28	2.42	3.31	4.46	3.80	4.30
	3	6.03	7.32	4.50	2.81	3.68	5.14	4.98	4.44
	$\bar{x}$	6.03	7.32	4.49	2.68	3.22	4.81	4.23	4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่าง(มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ใน ปลาเสือสุมาตรา

sodium percarbonate	ซ้ำที่	เวลา(ชั่วโมง)							
(mg/L)		ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	1	96	96	106	93	103	100	103	103
	2	96	96	90	93	87	93	106	93
	3	96	96	115	90	87	112	109	100
	$\bar{x}$	96	96	103.67	92	92.33	101.67	106	98.67
80	1	96	142	130	124	130	145	136	139
	2	96	142	124	121	130	145	142	136
	3	96	142	127	118	127	151	145	136
	$\bar{x}$	96	142	127	121	129	147	141	137
100	1	96	148	127	139	139	154	163	157
	2	96	148	145	127	139	145	154	145
	3	96	148	136	130	139	157	169	154
	$\bar{x}$	96	148	136	132	139	152	162	152
127	1	96	166	160	145	142	169	175	163
	2	96	166	175	139	154	160	157	160
	3	96	166	133	139	142	160	172	160
	$\bar{x}$	96	166	156	141	146	163	168	161
160	1	96	187	160	163	157	175	166	169
	2	96	187	163	145	157	178	166	163
	3	96	187	163	175	163	178	175	166
	$\bar{x}$	96	187	162	161	159	177	169	166
200	1	96	196	169	160	166	187	203	175
	2	96	196	175	163	166	181	181	178
	3	96	196	175	166	154	190	203	181
	$\bar{x}$	96	196	173	163	162	186	195.67	178

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา

sodium percarbonate	ซ้ำที่	เวลา(ชั่วโมง)							
(mg/L)		ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	1	130	130	130	140	160	150	130	170
	2	130	130	130	120	120	150	170	170
	3	130	130	130	140	150	150	170	170
	$\bar{x}$	130	130	130	133.33	143.33	150	156.67	170
80	1	130	150	140	140	130	140	150	160
	2	130	130	130	130	140	150	160	150
	3	130	130	130	150	150	150	170	140
	$\bar{x}$	130	136.67	133.33	140	140	146.67	160	150
100	1	130	140	110	120	150	140	130	130
	2	130	130	130	110	140	140	160	160
	3	130	130	130	140	130	150	180	150
	$\bar{x}$	130	133.33	123.33	123.33	140	143.33	156.67	146.67
127	1	130	140	140	130	140	150	150	170
	2	130	110	140	140	120	130	190	140
	3	130	100	130	140	150	160	170	160
	$\bar{x}$	130	116.67	136.67	136.67	136.67	146.67	170	156.67
160	1	130	130	150	110	150	120	150	140
	2	130	100	150	110	140	140	170	140
	3	130	100	110	150	140	130	150	130
	$\bar{x}$	130	110	136.67	123.33	143.33	130	156.67	136.67
200	1	130	120	110	110	140	140	150	140
	2	130	100	110	130	110	130	140	150
	3	130	100	120	130	140	140	160	140
	$\bar{x}$	130	106.67	113.33	123.33	130	136.67	150	143.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาเสือสุมาตรา

sodium percarbonate	ซ้ำที่	เวลา(ชั่วโมง)							
(mg/L)		ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	1	0.168	0.187	0.652	3.124	9.566	6.159	3.740	4.759
	2	0.168	0.162	0.683	1.596	4.843	3.203	3.740	4.652
	3	0.168	0.154	0.365	0.630	3.453	2.657	3.761	3.803
	$\bar{x}$	0.168	0.168	0.567	1.784	5.954	4.016	3.747	4.405
80	1	0.168	0.135	0.779	2.381	11.423	3.570	3.315	5.905
	2	0.168	0.142	0.450	1.161	3.623	2.901	3.273	4.249
	3	0.168	0.131	0.206	0.662	2.551	2.307	3.209	3.220
	$\bar{x}$	0.168	0.136	0.478	1.402	5.866	2.926	3.266	4.458
100	1	0.168	0.146	0.853	1.904	8.239	3.432	3.273	4.716
	2	0.168	0.141	0.429	1.087	3.538	2.721	3.315	4.079
	3	0.168	0.128	0.238	0.673	2.169	1.639	2.212	2.328
	$\bar{x}$	0.168	0.138	0.507	1.221	4.649	2.597	2.933	3.708
127	1	0.168	0.063	0.874	1.893	7.221	2.116	1.745	1.755
	2	0.168	0.063	0.333	0.503	3.209	1.819	2.105	2.042
	3	0.168	0.099	0.259	0.599	2.190	1.373	1.893	1.872
	$\bar{x}$	0.168	0.075	0.489	0.998	4.207	1.769	1.914	1.890
160	1	0.168	0.065	0.726	1.225	5.374	1.782	0.673	0.354
	2	0.168	0.058	0.418	0.524	2.509	0.874	0.779	0.301
	3	0.168	0.076	0.185	0.323	1.840	1.119	1.522	1.384
	$\bar{x}$	0.168	0.066	0.443	0.691	3.241	1.058	0.991	0.680
200	1	0.168	0.089	0.641	1.394	4.122	1.076	0.790	0.577
	2	0.168	0.068	0.503	0.248	2.381	0.896	0.938	0.906
	3	0.168	0.069	0.132	0.238	1.585	0.598	0.641	0.238
	$\bar{x}$	0.168	0.075	0.425	0.627	2.696	0.857	0.790	0.574

* ปริมาณแอมโมเนียรวมคำนวณจากสมการ $y = 0.9423x + 0.0236$

y = ค่า Absorbance

x = ปริมาณแอมโมเนียรวม (mg/L)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

sodium percarbonate (mg/L)	ซ้ำที่	เวลา(ชั่วโมง)							
		ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	1	8.33	8.33	8.20	7.91	7.76	7.65	7.64	7.65
	2	8.33	8.33	8.20	8.03	7.94	7.78	7.76	7.71
	3	8.33	8.33	8.25	8.06	7.96	7.82	7.79	7.78
	$\bar{x}$	8.33	8.33	8.22	8.00	7.89	7.75	7.73	7.71
135	1	8.33	9.41	9.42	9.35	9.22	9.00	8.84	8.65
	2	8.33	9.41	9.37	9.26	9.15	8.88	8.63	8.35
	3	8.33	9.41	9.37	9.26	9.10	8.86	8.63	8.40
	$\bar{x}$	8.33	9.41	9.39	9.29	9.16	8.91	8.70	8.47
157	1	8.33	9.49	9.43	9.32	9.20	9.03	8.93	8.84
	2	8.33	9.49	9.41	9.34	9.22	9.02	8.85	8.65
	3	8.33	9.49	9.41	9.34	9.26	9.09	8.96	8.80
	$\bar{x}$	8.33	9.49	9.42	9.34	9.23	9.05	8.91	8.76
182	1	8.33	9.55	9.49	9.43	9.36	-	-	-
	2	8.33	9.55	9.46	9.40	9.30	9.10	8.96	8.86
	3	8.33	9.55	9.46	9.37	9.28	9.10	8.96	8.84
	$\bar{x}$	8.33	9.55	9.47	9.40	9.31	9.10	8.96	8.85
212	1	8.33	9.60	9.52	-	-	-	-	-
	2	8.33	9.60	9.50	9.43	9.35	9.22	9.09	8.99
	3	8.33	9.60	9.51	9.44	9.35	-	-	-
	$\bar{x}$	8.33	9.60	9.51	9.44	9.35	9.22	9.09	8.99
250	1	8.33	9.64	9.57	-	-	-	-	-
	2	8.33	9.64	9.55	-	-	-	-	-
	3	8.33	9.64	9.52	-	-	-	-	-
	$\bar{x}$	8.33	9.64	9.55	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

sodium percarbonate	ซ้ำที่	เวลา(ชั่วโมง)							
(mg/L)		ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	1	6.46	6.46	5.56	4.51	4.40	3.63	3.41	3.60
	2	6.46	6.46	5.72	5.00	4.37	4.11	3.96	4.01
	3	6.46	6.46	5.86	5.08	4.43	4.24	4.16	4.35
	$\bar{x}$	6.46	6.46	5.71	4.86	4.40	3.99	3.84	3.99
135	1	6.45	6.67	5.99	5.71	5.27	5.28	5.12	5.69
	2	6.45	6.67	6.10	5.54	5.14	5.02	4.65	4.44
	3	6.45	6.67	6.19	5.40	5.12	4.89	4.74	5.31
	$\bar{x}$	6.45	6.67	6.09	5.55	5.14	5.06	4.84	5.15
157	1	6.44	6.72	6.13	5.79	5.69	5.59	5.79	6.07
	2	6.44	6.72	6.16	5.81	5.45	5.52	5.26	5.34
	3	6.44	6.72	6.01	6.31	6.22	5.82	5.59	5.69
	$\bar{x}$	6.44	6.72	6.10	5.97	5.72	5.64	5.55	5.70
182	1	6.44	6.72	6.24	6.28	6.21	-	-	-
	2	6.44	6.72	6.23	6.12	5.92	6.04	5.94	5.86
	3	6.44	6.72	6.35	5.80	5.71	5.81	5.74	5.84
	$\bar{x}$	6.44	6.72	6.27	6.07	5.95	5.93	5.84	5.85
212	1	6.47	6.79	6.43	-	-	-	-	-
	2	6.47	6.79	6.35	6.44	6.14	6.00	5.91	6.04
	3	6.47	6.79	6.35	6.33	6.24	-	-	-
	$\bar{x}$	6.47	6.79	6.38	6.39	6.19	6.00	5.91	6.04
250	1	6.47	6.87	6.51	-	-	-	-	-
	2	6.47	6.87	6.44	-	-	-	-	-
	3	6.47	6.87	6.32	-	-	-	-	-
	$\bar{x}$	6.47	6.87	6.42	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

sodium percarbonate (mg/L)	ซ้ำที่	เวลา(ชั่วโมง)							
		ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	1	160	160	150	150	140	130	120	120
	2	160	160	160	150	150	130	140	150
	3	160	160	150	120	150	140	150	140
	$\bar{x}$	160	160	153.33	140	146.67	133.33	136.67	136.67
135	1	160	210	230	260	220	220	200	220
	2	160	220	260	250	200	190	220	190
	3	160	200	240	250	200	190	220	190
	$\bar{x}$	160	210	243.33	253.33	206.67	200	213.33	200
157	1	160	240	270	250	230	210	240	240
	2	160	240	260	250	220	190	240	220
	3	160	240	240	250	220	180	220	190
	$\bar{x}$	160	240	256.67	250	223.33	193.33	233.33	216.67
182	1	160	250	280	250	230	-	-	-
	2	160	250	260	250	210	220	210	210
	3	160	260	250	250	240	220	240	210
	$\bar{x}$	160	253.33	263.33	250	266.67	220	225	210
212	1	160	270	280	-	-	-	-	-
	2	160	260	250	250	220	230	240	210
	3	160	270	250	270	220	-	-	-
	$\bar{x}$	160	266.67	260	260	220	230	240	210
250	1	160	290	330	-	-	-	-	-
	2	160	290	330	-	-	-	-	-
	3	160	280	280	-	-	-	-	-
	$\bar{x}$	160	286.67	313.33	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 12 การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

sodium percarbonate	ซ้ำที่	เวลา(ชั่วโมง)							
(mg/L)		ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	1	130	130	150	210	170	150	150	140
	2	130	130	130	80	170	160	180	160
	3	130	130	130	120	140	140	160	140
	$\bar{x}$	130	130	136.67	136.67	160	150	163.33	146.67
135	1	130	130	140	140	150	140	140	150
	2	130	110	150	140	120	130	130	130
	3	130	110	140	140	130	140	130	120
	$\bar{x}$	130	116.67	143.33	140	133.33	136.67	133.33	133.33
157	1	130	110	130	130	120	120	110	140
	2	130	130	130	140	130	110	140	110
	3	130	100	120	130	120	120	130	110
	$\bar{x}$	130	113.33	126.67	133.33	123.33	116.67	126.67	120
182	1	130	110	130	140	120	-	-	-
	2	130	120	130	140	130	100	130	110
	3	130	90	120	120	110	100	90	110
	$\bar{x}$	130	106.67	126.67	133.33	120	100	110	110
212	1	130	100	130	-	-	-	-	-
	2	130	100	110	120	120	130	110	100
	3	130	90	150	120	110	-	-	-
	$\bar{x}$	130	96.67	130	120	115	130	110	100
250	1	130	80	130	-	-	-	-	-
	2	130	70	130	-	-	-	-	-
	3	130	80	120	-	-	-	-	-
	$\bar{x}$	130	76.67	126.67	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ระหว่างการทดลอง LC_{50} ในปลาหางนกยูง

sodium percarbonate (mg/L)	ซ้ำที่	เวลา(ชั่วโมง)							
		ก่อนใส่สาร	หลังใส่สาร	1	6	12	24	36	48
0	1	0.189	0.181	0.621	0.551	0.685	0.825	0.952	1.290
	2	0.189	0.201	0.437	0.621	0.621	0.806	0.972	1.169
	3	0.189	0.187	0.488	0.628	0.704	0.755	0.914	1.131
	$\bar{x}$	0.189	0.189	0.515	0.600	0.670	0.795	0.946	1.196
135	1	0.189	0.161	0.360	0.481	0.634	0.615	0.768	0.781
	2	0.189	0.074	0.456	0.590	0.602	0.602	0.717	0.952
	3	0.189	0.244	0.443	0.628	0.698	0.685	0.812	0.965
	$\bar{x}$	0.189	0.226	0.420	0.566	0.645	0.634	0.766	0.899
157	1	0.189	0.233	0.354	0.609	0.621	0.602	0.660	0.672
	2	0.189	0.225	0.418	0.551	0.615	0.602	0.691	0.736
	3	0.189	0.229	0.456	0.615	0.532	0.570	0.653	0.863
	$\bar{x}$	0.189	0.229	0.409	0.592	0.589	0.592	0.668	0.757
182	1	0.189	0.079	0.360	0.590	0.596	-	-	-
	2	0.189	0.081	0.430	0.583	0.558	0.519	0.602	2.353
	3	0.189	0.083	0.456	0.609	0.544	0.596	0.647	0.736
	$\bar{x}$	0.189	0.081	0.416	0.594	0.566	0.558	0.625	1.545
212	1	0.189	0.117	0.443	-	-	-	-	-
	2	0.189	0.108	0.392	0.583	0.583	0.545	0.621	0.621
	3	0.189	0.118	0.462	0.583	0.526	-	-	-
	$\bar{x}$	0.189	0.114	0.433	0.583	0.555	0.545	0.621	0.621
250	1	0.189	0.140	0.399	-	-	-	-	-
	2	0.189	0.146	0.430	-	-	-	-	-
	3	0.189	0.149	0.469	-	-	-	-	-
	$\bar{x}$	0.189	0.145	0.433	-	-	-	-	-

* ปริมาณแอมโมเนียรวมคำนวณจากสมการ $y = 1.5707x + 0.0284$

y = ค่า Absorbance

x = ปริมาณแอมโมเนียรวม (mg/L)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 1 ระยะtrophont ของ *Ichthyophthirius multifiliis* แสดงแมคโครนิวเคลียส (Macronucleus) รูปเกือกม้าที่ย้อมด้วยสีซิลเวอร์ไนเตรท (Silver nitrate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้