



10089

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

พิษเฉียบพลันของการใช้ฟอร์มาลิน, คลอแรมฟนิคอล และเทรฟแลน  
ต่อลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

Acute Toxicity of Formalin, Chloramphenicol and  
Trifuralin to Giant Fresh Water Prawn (Macrobrachium  
rosenbergii) Larvae



T100823

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....100823  
วัน,เดือน,ปี.....22 JUN 2009

RCH  
SH  
380.62  
T5  
ป 496 พ

อ. ปวีณา กิจสวัสดิ์

ผศ. ศักดิ์ชัย ชูโชติ

ผศ. ชานี ชุนคิ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน พ.ศ. 2534 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บทคัดย่อ

ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 ทาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 24 ชั่วโมงคือ 147, 176 และ 178 ส่วนในล้านส่วน และในระยะเวลา 48 ชั่วโมงคือ 25, 30 และ 31 ส่วนในล้านส่วนความเป็นพิษของฟอร์มาลินจะมีค่าสูงมากในช่วง 24 ชั่วโมงแรกและจะลดลงในช่วงเวลาต่อมา ส่วนค่าความเข้มข้นสูงสุดของฟอร์มาลินที่ไม่ทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามระยะดังกล่าวตายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง คือ 100, 120 และ 100 ส่วนในล้านส่วน และในระยะเวลา 48 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 3 ระยะคือ 15 ส่วนในล้านส่วน

ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของคลอแรมฟินิคอลที่ทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 ทาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง คือ 136, 33 และ 28 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ โดยลูกกุ้งก้ามกรามระยะแรก ๆ จะทนทานต่อสารใดมากกว่าลูกกุ้งก้ามกรามระยะท้าย ๆ ส่วนค่าความเข้มข้นสูงสุดของคลอแรมฟินิคอลที่ไม่ทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามทั้ง 3 ระยะตายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 100, 20 และ 10 ส่วนในล้านส่วน

ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของเทรฟแลนที่ทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 ทาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 24 ชั่วโมงคือ 0.95, 1.8 และ 2.3 ส่วนในล้านส่วน และในระยะเวลา 48 ชั่วโมงคือ 0.49, 1.05 และ 1.11 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ ส่วนค่าความเข้มข้นสูงสุดของเทรฟแลนที่ไม่ทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามทั้ง 3 ระยะตายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.1, 0.5 และ 0.5 ส่วนในล้านส่วน และในระยะเวลา 48 ชั่วโมง คือ 0.05, 0.1 และ 0.1 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ



คำนิยม

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณปี 2532 ของคณะเทคโนโลยี  
การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ข้าพเจ้าขอขอบคุณนายจักรกฤษ วิสุทธิพันธ์, นายสมชาย กนกอรุโรจน์ และ  
นางสาวบุษกร วรรณพฤษ ที่ช่วยเหลือจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

ลูกกุ้งก้ามกราม (Macrobrachium rosenbergii) ในอดีตมีผู้นิยมเลี้ยงกันมาก เพราะมีราคาดีให้ผลผลิตสูง จึงมีเกษตรกรลงทุนเพาะฟักกันเป็นจำนวนมาก ทำให้ราคาลูกกุ้งในปัจจุบันมีราคาต่ำ ซ้ำยังพบปัญหาช่วงระหว่างการอนุบาลทั้งก่อนคว่ำและภายหลังคว่ำ ลูกกุ้งมีอัตราการตายสูง สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากโปรโตซัวพวก ซูโอแพนเนียม (*Zoothamnium* sp.) คาซีเซียม (*Carchesium* sp.) และอีพิสทิลลิส (*Epistylis* sp.) (อนันต์และพจน์ีย์, 2524) ซึ่งป้องกันรักษาได้โดยใช้ฟอร์มาลิน 30-50 ส่วนในล้านส่วน (สิทธิ, 2526) บางครั้งเกษตรกรใช้ถึงระดับ 100-150 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งให้ผลดีในการรักษา แต่อาจเป็นพิษต่อลูกกุ้ง วินิกและคณะ (2530) พบว่าความเข้มข้นที่ทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 10 ทาย 50 เปอร์เซ็นต์ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง มีค่า 178, 118 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ นอกจากนี้โรคที่เกิดจากโปรโตซัวแล้ว บางครั้งพบลูกกุ้งมีลำตัวขาวซีด มีปุยคล้ายสาลีเกาะซึ่งเกิดจากเชื้อรา ทำการรักษาควยการไซฟอร์มาลิน 15-30 ส่วนในล้านส่วน แต่มักไม่ไผล (ยนต์, 2529) Po และ Sanvictores (1985) ได้ทดลองใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราหลายชนิดในระดับที่ป้องกันเชื้อราแลคจินเนียมได้ พบว่ามีเพียง เทรพแลนแทนนที่ระดับความเข้มข้น 0.2 ส่วนในล้านส่วนที่ได้ผลดีในการรักษา ส่วนโรคจากแบคทีเรีย ยนต์ (2529) รายงานว่ามักพบในลูกกุ้งระยะที่ 4, 5 ทำให้ระยาคและทวนถูกทำลาย ลูกกุ้งจะตายเป็นจำนวนมากอย่างรวดเร็ว หรือโรคเรื้อรังที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย vibrio harveyi ซึ่งถ้าเป็นมาก ๆ จะรักษาไม่ได้ เชื้อชนิดนี้มีความไวต่อยา chloramphenicol มากที่สุด (คารุณี และคณะ 2530)

รายละเอียดเกี่ยวกับความเข้มข้นที่ปลอดภัย และระดับความเป็นพิษเฉียบพลันของสารทั้ง 3 ชนิด ต่อลูกกุ้งก้ามกรามระยะต่าง ๆ ยังไม่มีรายงานแน่นอน ดังนั้นการศึกษาเรื่องนี้จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง เพื่อนำผลมาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงความเป็นพิษเฉียบพลันของพอร์มาลินในลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7, 11
2. เพื่อศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของคลอแรมเฟนิคอล ในลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7, 11
3. เพื่อศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของเทรฟแลน ในลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7, 11



## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ลูกกึ่งกัมมกรามระยะที่ 4 ขนาดความยาวประมาณ 2.5 มิลลิเมตร อายุ 4-7 วัน ระยะที่ 7 ขนาดความยาวประมาณ 4.0 มิลลิเมตร อายุ 7-14 วัน ระยะที่ 11 ขนาดความยาวประมาณ 7.7 มิลลิเมตร อายุ 11-27 วัน
2. โหลแก้วทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22.5 เซนติเมตร สูง 35 เซนติเมตร
3. สารละลายฟอร์มาลินเกรควีเคราะห์ ซึ่งมีปริมาณของฟอร์มาลดีไฮด์เท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์
4. สารคลอแรมเฟนิคอลเกรควีเคราะห์ในรูปผง ซึ่งบริสุทธิ์ 80 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก
5. สารละลายเทรฟแลน
6. เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ คือ เครื่องวัดความเค็ม, เครื่องวัดปริมาณออกซิเจน, เครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง
7. เครื่องแก้ว
8. หัวเขื่อน้ำเค็ม

### วิธีการ

#### 1. แผนการทดลอง

หาความเป็นพิษเฉียบพลันของสารทั้ง 3 ชนิดต่อลูกกึ่งกัมมกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 ในระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ตามวิธีชีววิเคราะห์ในน้ำนิ่ง (static bioassay) ของ Sprague (1969)

หาระดับความเข้มข้นที่ลดครึ่งของลูกกึ่งกัมมกรามทั้ง 3 ระยะในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง คำนวณโดยการนำเอาปัจจัยปรับค่า (application factor) ซึ่ง Sprague (1969)

แนะนำไว้คือ 0.1 ไปคูณกับค่า 24 และ 48 ชั่วโมง  $LC_{50}$  ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. การดำเนินการทดลอง

### 2.1 การเตรียมการทดลอง

2.1.1 การเตรียมลูกกึ่งทดลอง ลูกกึ่งที่นำมาทดลองคือ ลูกกึ่งกามกราม ที่ทำการเพาะพักเอง ก่อนการทดลองจะทำการงดอาหาร 1 วัน และในช่วงทำการทดลองจะงดให้อาหารตลอดระยะเวลาทำการทดลอง

2.1.2 การเตรียมภาชนะทดลอง ใช้โหลแก้วทรงกระบอกสูง 35 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 22.5 เซนติเมตร บรรจุน้ำเต็ม 12-14 ส่วนในพันส่วน ปริมาตร 10 ลิตร เท่ากันทุกภาชนะและหน่วยการทดลอง ภาชนะทดลองถูกนำไปแช่ในบ่อคอนกรีต เพื่อควบคุมความผันแปรของอุณหภูมิในระหว่างการทดลอง

2.1.3 การเตรียมน้ำทดลอง น้ำที่ใช้ทดลองมีความเค็ม 12 ส่วนในพันส่วน เตรียมโดยนำน้ำมาเกลือผสมกับน้ำปะปา ทิ้งไว้ 1 วันก่อนนำมาทดลอง

2.1.4 การเตรียมสารละลายฟอร์มาลิน ใช้สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ เตรียมสารละลายเบื้องต้น โดยคักเป็นฟอร์มาลินเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์

2.1.5 การเตรียมสารละลายคลอแรมฟินิคอล โดยชั่งสารคลอแรมฟินิคอล ซึ่งอยู่ในรูปผงตามความเข้มข้นที่คำนวณไว้ นำมาละลายในน้ำที่จะใช้ทดลอง คนจนสารละลายหมด

2.1.6 การเตรียมสารละลายเทรพแลน โดยนำมาเตรียมเป็นสารละลายเข้มข้น (stock solution) สำหรับการทดลองแต่ละครั้ง

### 2.2 การทดลอง

การทดลองนี้ใช้วิธีเคราะห์ในน้ำนิ่ง โดยการเติมสารทดลองในระคับความเข้มข้นที่คงการ เมื่อเริ่มต้นการทดลองเพียงครั้งเดียวเท่านั้น การทดลองประกอบด้วย 2 ขั้นตอนดังนี้

2.2.1 การทดลองขั้นต้น (preliminary test) เป็นการทดลองเพื่อหาระคับความเข้มข้นช่วงกว้าง คือ ระคับความเข้มข้นต่ำสุดของสารที่ทำให้ลูกกึ่งตาย 100 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นสูงสุดที่ทำให้ลูกกึ่งมีชีวิตรอด 100 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดลองโดยใช้ลูกกึ่งในโหลจำนวน 10 ตัวต่อโหล ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 24 และ 48 ชั่วโมง นำข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้จากการทดลองขั้นต้นนี้ไปใช้ในการจัดระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทดลองอย่างละเอียดต่อไป

2.2.2 การทดลองอย่างละเอียด (full scale test) เป็นการทดลองจริงโดยนำผลจากการทดลองขั้นต้นมาใช้พิจารณาจัดระดับความเข้มข้นของสาร 5 ระดับความเข้มข้น เพื่อหาอัตราการตายของลูกกุ้งในแต่ละระดับความเข้มข้น พร้อมกับกลุ่มควบคุมเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ โดยใช้ลูกกุ้งทดลองภาชนะละ 30 ตัว ทำการสังเกตและบันทึกจำนวนลูกกุ้งที่ตายภายใน 24 และ 48 ชั่วโมง สำหรับกลุ่มควบคุมหากปรากฏว่ามีลูกกุ้งตายเกินกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนลูกกุ้งที่ใช้ทดลอง ก็จะต้องทำการทดลองใหม่ แต่ถ้ายายน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ก็จะทำการทดลองต่อไป

2.1.2.1 ระดับความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดต่อลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 ในระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

#### พอร์มาลิน

ลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4 ในเวลา 24 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 100, 119, 142.42, 168.18 และ 200 ส่วนในล้านส่วน

ลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4 ในเวลา 48 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 15, 21.21, 30, 42.42, และ 60 ส่วนในล้านส่วน

ลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 7 ในเวลา 24 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 120, 142.70, 169.70, 201.80 และ 240 ส่วนในล้านส่วน

ลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 7 ในเวลา 48 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 15, 21.21, 30, 42.42, 60 ส่วนในล้านส่วน

ลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 11 ในเวลา 24 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 100, 124.47, 154.92, 192.83 และ 240 ส่วนในล้านส่วน

ลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 11 ในเวลา 48 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 15, 21.21, 30, 42.42 และ 60 ส่วนในล้านส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลอแลมฟิสิกอล

ลูกกึ่งกามกรามระยะที่ 4 ในเวลา 48 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 100, 118.9, 141.42, 168.18 และ 200 ส่วนในล้านส่วน

ลูกกึ่งกามกรามระยะที่ 7 ในเวลา 48 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 20, 26.32, 34.64, 45.59 และ 60 ส่วนในล้านส่วน

ลูกกึ่งกามกรามระยะที่ 11 ในเวลา 48 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 10, 16.27, 26.46, 43.04 และ 70 ส่วนในล้านส่วน

สำหรับคลอแลมฟิสิกอล ไม่โคหาความเป็นพิษเฉียบพลันที่ 24 ชั่วโมงเนื่องจากกรที่ใช้เวลาน้อยต้องใช้สารที่มีความเข้มข้นสูงมาก แต่สารละลายได้ไม่หมด ผลที่ได้จะไม่ตรงกับความจริง จึงเหลือเพียงการทดลองที่ 48 ชั่วโมง

เทรฟเลน

ลูกกึ่งกามกรามระยะที่ 4 ในเวลา 24 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 0.1, 0.29, 0.84, 2.42 และ 7 ส่วนในล้านส่วน

ลูกกึ่งกามกรามระยะที่ 4 ในเวลา 48 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 0.05, 0.14, 0.39, 1.07 และ 3 ส่วนในล้านส่วน

ลูกกึ่งกามกรามระยะที่ 7 ในเวลา 24 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 0.5, 0.38, 1.87, 3.61 และ 7 ส่วนในล้านส่วน

ลูกกึ่งกามกรามระยะที่ 7 ในเวลา 48 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 0.1, 0.27, 1.88 และ 5 ส่วนในล้านส่วน

ลูกกึ่งกามกรามระยะที่ 11 ในเวลา 48 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 0.5, 1, 2, 4 และ 8 ส่วนในล้านส่วน

ลูกกึ่งกามกรามระยะที่ 11 ในเวลา 48 ชั่วโมง ความเข้มข้นของสารเท่ากับ 0.1, 0.29, 0.84, 2.42 และ 7 ส่วนในล้านส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. ผลกระทบของฟอร์มาลินต่อลูกกุ้งก้ามกราม

#### 1.1 การศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของฟอร์มาลินต่อลูกกุ้งก้ามกราม

จากการศึกษาพบว่า ความเป็นพิษของฟอร์มาลินต่อลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4 ในระยะเวลา 24 ชั่วโมงที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินเท่ากับ 100, 119, 141.42, 168.18 และ 200 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตรา 0, 20, 40, 76.7 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามเมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่า  $LC_{50}$  คือ 147 ส่วนในล้านส่วน ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 138.67-155.82 ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชันความลาดเอียง 1.229 (ตารางที่ 7, ภาพที่ 1) และในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินเท่ากับ 15, 21.21, 30, 42.42 และ 60 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตรา 0, 36.7, 63.3, 93.3 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) จากเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามเมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่า  $LC_{50}$  คือ 25 ส่วนในล้านส่วน ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 22.71-27.52 ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชันความลาดเอียง 1.32 (ตารางที่ 7 ภาพที่ 2)

ความเป็นพิษของฟอร์มาลินต่อลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 7 ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินเท่ากับ 120, 142.70, 169.70, 201.80 และ 240 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตรา 0, 30, 43.3, 66.7 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามเมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่า  $LC_{50}$  คือ 176 ส่วนในล้านส่วน ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 162.81-190.27 ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชันความลาดเอียง 1.32 (ตารางที่ 7, ภาพที่ 3) และในระยะเวลา 48 ชั่วโมงที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินเท่ากับ 15, 21.21, 30, 42.42 และ 60 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตรา 0, 23.3, 46.7, 86.7 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามเมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่า  $LC_{50}$  คือ 29 ส่วนในล้านส่วน ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 25.92-32.45 ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชันความลาดเอียง

## 1.48 (ตารางที่ 7 ภาพที่ 4)

ความเป็นพิษของฟอร์มาลินต่อลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 11 ในระยะเวลา 24 ชั่วโมงที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินเท่ากับ 100, 124.47, 154.92, 192.83 และ 240 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตรา 0, 23.3, 46.7, 86.7 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จากเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามเมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้ค่า 24 ชั่วโมง  $LC_{50}$  คือ 178 ส่วนในล้านส่วน ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 149.36-180.07 ส่วนในล้านส่วนมีค่าฟังก์ชันความลาดเอียง 1.38 (ตารางที่ 7, ภาพที่ 5) และในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินเท่ากับ 15, 21.21, 30, 42.42 และ 60 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตรา 0, 20, 40, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6) จากเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามเมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้ค่า 48 ชั่วโมง  $LC_{50}$  คือ 31 ส่วนในล้านส่วน ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 26.93-35.68 ส่วนในล้านส่วนมีค่าฟังก์ชันความลาดเอียง 1.50 (ตารางที่ 7, ภาพที่ 6)

จากผลการทดลองพบว่าค่า  $LC_{50}$  ที่ 24 ชั่วโมงของลูกกุ้งก้ามกรามครั้งนี้ มีค่าสูงกว่าค่า  $LC_{50}$  ที่ 48 ชั่วโมงของลูกกุ้งก้ามกราม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของวินิจและคณะ (2530) รายงานว่าค่าความเข้มข้นของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ( $LC_{50}$ ) ภายในระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 178 และ 118 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ แต่ในการทดลองครั้งนี้พบว่าค่า  $LC_{50}$  ที่ 48 ชั่วโมงมีค่าต่ำกว่าค่า  $LC_{50}$  ที่ 24 ชั่วโมงมากกว่าของวินิจและคณะ (2530) ซึ่งเป็นการทดลองแบบชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่งที่มีการเปลี่ยนถ่ายสารละลาย (semi-static bioassay technique) ทุก 24 ชั่วโมง แต่การทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองแบบน้ำนิ่งที่ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายสารละลาย (static bioassay technique) ตลอดระยะเวลาการทดลอง อีกประการหนึ่งการทดลองของวินิจและคณะ (2530) ใช้ฟอร์มาลินซึ่งมีปริมาณของ formaldehyde เท่ากับ 37 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อการทดลองครั้งนี้ใช้สารละลายฟอร์มาลินซึ่งมีปริมาณของ formaldehyde เท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ลักษณะและอาการของลูกกุ้งก้ามกรามที่ตอบสนองต่อฟอรัมาลินพบว่าจะมีลักษณะคล้ายคลึงกันทั้ง 3 ระยะคือเมื่อใส่ลูกกุ้งก้ามกรามทดลองในน้ำที่ฟอรัมาลิน ลูกกุ้งก้ามกรามว่ายขึ้นสู่น้ำและลอยตัวอยู่บริเวณผิวน้ำ ในโหลทดลองที่มีความเข้มข้นของฟอรัมาลินในปริมาณมากลูกกุ้งก้ามกรามจะขึ้นสู่น้ำในเวลารวดเร็วและพบลักษณะอาการนี้ในชุดที่ 24 ชั่วโมงมากกว่าที่ 48 ชั่วโมง เนื่องจากลูกกุ้งก้ามกรามต้องการออกซิเจนในการหายใจเพิ่มขึ้น เพราะฟอรัมาลินทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง และความเข้มข้นของฟอรัมาลินในช่วงแรกจะเข้มข้นกว่าในช่วงหลัง เพราะเกิดการสลายตัว (Wellborn, 1979) และมีผลทำให้ปริมาณพลาสมาคลอไรด์ แคลเซียมออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ในเลือด และปริมาณไวตามินในร่างกายต่ำกว่าปกติ แต่จะมีปริมาณฮีมาโทคริตและเฮโมโกลบินสูง ออกซิเดสซิเททรานส์มิเนต (glutamate oxaloacetate transminase) เพิ่มขึ้น (Wedemeyer และ Uasutake, 1974) ต่อมาลูกกุ้งก้ามกรามจะมีการพักตัวอยู่นิ่ง ๆ ตามพื้นโหลทดลองแล้วค่อย ๆ ปล่อยตัวให้ลอยขึ้นสู่น้ำ โดยมีการเอาส่วนหางขึ้นและลูกกุ้งก้ามกรามจะมีการว่ายน้ำหมุนวนไปมาอย่างรวดเร็วไม่มีทิศทางที่แน่นอน มีการลอยตัวขึ้นสู่น้ำสลับกับการทรงตัวโดยปล่อยตัวให้จมลงสู่พื้นก้นโหล และพยายามดึงตัวขึ้นสู่น้ำและจะตาย อาการทาง ๆ ของลูกกุ้งก้ามกรามที่ได้รับฟอรัมาลินดังกล่าวเชื่อได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการขาดออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจ เพราะในสภาวะที่ฟอรัมาลินในน้ำมากลูกกุ้งก้ามกรามมีความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น และจากรายงานของ William และ Wootten, (1981) พบว่าฟอรัมาลินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพทางเนื้อเยื่อบริเวณเหงือกโคซัคเจนที่ลึก ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้การทำงานของเหงือกผิดปกติสูญเสียระบบ osmoregulator เซลล์เยื่อผิวเหงือกมีขนาดใหญ่ขึ้น (hypertrophy) และต่อมาเกิดการลอกหลุดออกเกิดการตายของเซลล์เหงือก (necrosis)

## 1.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ

จากการศึกษาพบว่าในโหลทดลองลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4 ที่ 24 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการทดลองมีค่า 6.2-6.4 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการทดลอง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่า 2.8-4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ก่อนการทดลองมีค่า 7.81-7.83 หลังการทดลองมีค่า 7.78-7.83 (ตารางที่ 8) และในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่า 6.4-7.0 มิลลิกรัมต่อลิตรหลังการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่า 0.3-4.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ก่อนการทดลองมีค่า 7.82-7.85 หลังการทดลองมีค่า 7.82-7.85 (ตารางที่ 9)

ในโหลทดลองลูกกึ่งกามกรมาระยะที่ 7 ที่ 24 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการทดลองมีค่า 6.0-6.3 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่า 3.0-3.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ก่อนการทดลองมีค่า 7.78-7.87 หลังการทดลองมีค่า 7.78-7.85 (ตารางที่ 10) และในระยะเวลา 48 ชั่วโมงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่า 6.4-7.0 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่า 0.2-4.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ก่อนการทดลองมีค่า 7.82-7.85 หลังการทดลองมีค่า 7.82-7.85 (ตารางที่ 11)

ในโหลทดลองลูกกึ่งกามกรมาระยะที่ 11 ที่ 24 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการทดลองมีค่า 6.0-6.4 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่า 2.8-3.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ก่อนการทดลองมีค่า 7.80-7.83 หลังการทดลองมีค่า 7.78-7.82 (ตารางที่ 12) และในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการทดลองมีค่า 6.5-7.0 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่า 0.2-4.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ก่อนการทดลองมีค่า 7.83-7.85 หลังการทดลองมีค่า 7.80-7.83 (ตารางที่ 13)

จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในโหลทดลองของลูกกึ่งกามกรมาระยะที่ 4, 7 และ 11 หลังจากใส่ฟอรัมาลินลงไปจะมีค่าลดลงแปรผันกลับต่อระดับความเข้มข้นของฟอรัมาลินและเมื่อเวลานานไป 24 ชั่วโมงมีค่าลดลงเท่ากับ 3.4, 3.1 และ 3.8 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 14) ซึ่งจะมีค่าใกล้เคียงกับการทดลองของวินิจและคณะ (2530) พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในโหลทดลองของลูกกึ่งกามกรมาระยะที่ 10 ที่ระดับความเข้มข้น 180 ส่วนในล้านส่วน เมื่อเวลานานไป 24 ชั่วโมงมีค่าลดลงเท่ากับ 3.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และที่ 48 ชั่วโมงพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในโหลทดลองมีค่าลดลงเหลือเท่ากับ 0.3, 0.2 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะสอดคล้องกับการทดลองของเต็มควง (2529) พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของฟอรัมาลิน 75 ส่วนในล้านส่วนในระยะเวลา 48 ชั่วโมงทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าลดลงเหลือเท่ากับ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร สาเหตุที่ทำให้

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงเนื่องจากฟอรัมาลินทำปฏิกิริยาออกซิเคชันกับออกซิเจนละลายไปเป็นกรดฟอรัมิก

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของสารละลายในโหลทดลองของลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง มีค่าลดลง 0, 0 และ 0.01 (ตารางที่ 14) ซึ่งกล่าวได้ว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงและสอดคล้องกับการทดลองของเต็มดวง (2529) พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของฟอรัมาลิน 75 ส่วนในล้านส่วนในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ไม่ทำให้ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำเปลี่ยนแปลงไป และที่ 48 ชั่วโมง พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของสารละลายในโหลทดลองมีค่าลดลง 0.01, 0.03 และ 0 (ตารางที่ 15) ซึ่งกล่าวได้ว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงและสอดคล้องกับการทดลองของเต็มดวง (2529) พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของฟอรัมาลิน 75 ส่วนในล้านส่วน ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ไปทำให้ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำเปลี่ยนแปลงไป

### 1.3 ระดับความเข้มข้นปลอดภัย

จากผลการทดลองพบว่าค่าความเข้มข้นปลอดภัยของฟอรัมาลินสำหรับลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 ที่ 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 14.7, 17.6 และ 17.8 ส่วนในล้านส่วน และที่ 48 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 2.5, 2.9 และ 3.1 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ซึ่งจะมีความสูงกว่าความเข้มข้นปลอดภัยของฟอรัมาลินที่สมประสงค์และคณะ (2530) รายงานว่าค่าความเข้มข้นปลอดภัยของฟอรัมาลินในระยะเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับลูกกุ้งเขมวระยะ mysis 1-2, mysis 2-3, mysis 3-post larvae 1, post larvae 2-3, post larvae 4-5 และ post larvae 5-6 มีค่าเท่ากับ 2.97, 3.21, 3.22, 3.70, 3.94 และ 4.99 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ซึ่งอาจเนื่องมาจากสมประสงค์และคณะ (2530) ทดลองความเป็นพิษของฟอรัมาลินที่ระดับความเค็ม 24-30 ส่วนในพันส่วน และใช้สัตว์ทดลองคนละชนิดซึ่งจะพบว่ามี ความทนทานแตกต่างกัน

ตารางที่ 1 เปรอ์เซนต์การตายสะสมของลูกกึ่งกำมกรามระยะที่ 4 ที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินแตกต่างกัน ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกึ่งกำมกรามที่โช้ทดลอง (ตัว)	เปอร์เซนต์การตายสะสม
0	30	0
100	30	0
119	30	20
141.42	30	40
168.18	30	76.7
200	30	100

ตารางที่ 2 เปรอ์เซนต์การตายสะสมของลูกกึ่งกำมกรามระยะที่ 4 ที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินแตกต่างกันภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกึ่งกำมกรามที่โช้ทดลอง (ตัว)	เปอร์เซนต์การตายสะสม
0	30	0
15	30	0
21.21	30	36.7
30	30	63.3
42.42	30	93.3
60	30	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 เปรอ์ เซนตการตายสะสมของลูกกึ่งกำมกรามระยะที่ 7 ที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินแตกต่างกันภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกึ่งกำมกรามที่ใช้ทดลอง (ตัว)	เปอร์ เซนตการตายสะสม
0	30	0
120	30	0
142.70	30	30
169.70	30	43.3
201.80	30	66.7
240	30	100

ตารางที่ 4 เปรอ์ เซนตการตายสะสมของลูกกึ่งกำมกรามระยะที่ 7 ที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินแตกต่างกันภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกึ่งกำมกรามที่ใช้ทดลอง (ตัว)	เปอร์ เซนตการตายสะสม
0	30	0
15	30	0
21.21	30	23.3
30	30	46.7
42.42	30	86.7
60	30	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของลูกกึ่งกามกรามระยะที่ 11 ที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินแตกต่างกันภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกึ่งกามกรามที่ไซทคลอง (ตัว)	เปอร์เซ็นต์การตายสะสม
0	30	0
100	30	0
124.47	30	23.3
154.92	30	43.3
192.83	30	63.3
240	30	100

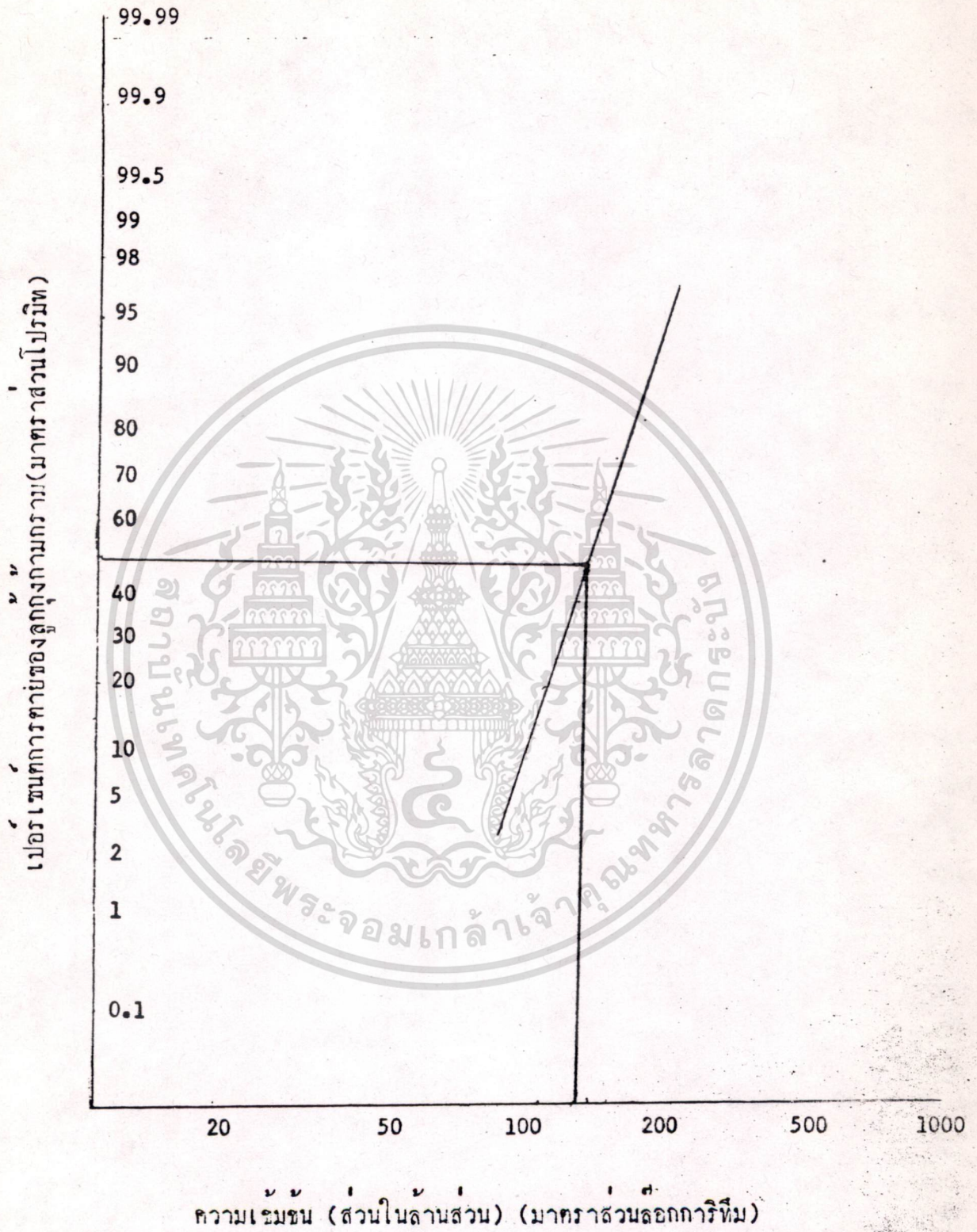
ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของลูกกึ่งกามกรามระยะที่ 11 ที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินแตกต่างกันภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกึ่งกามกรามที่ไซทคลอง (ตัว)	เปอร์เซ็นต์การตายสะสม
0	30	0
15	30	0
21.21	30	20
30	30	40
42.42	30	80
60	30	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

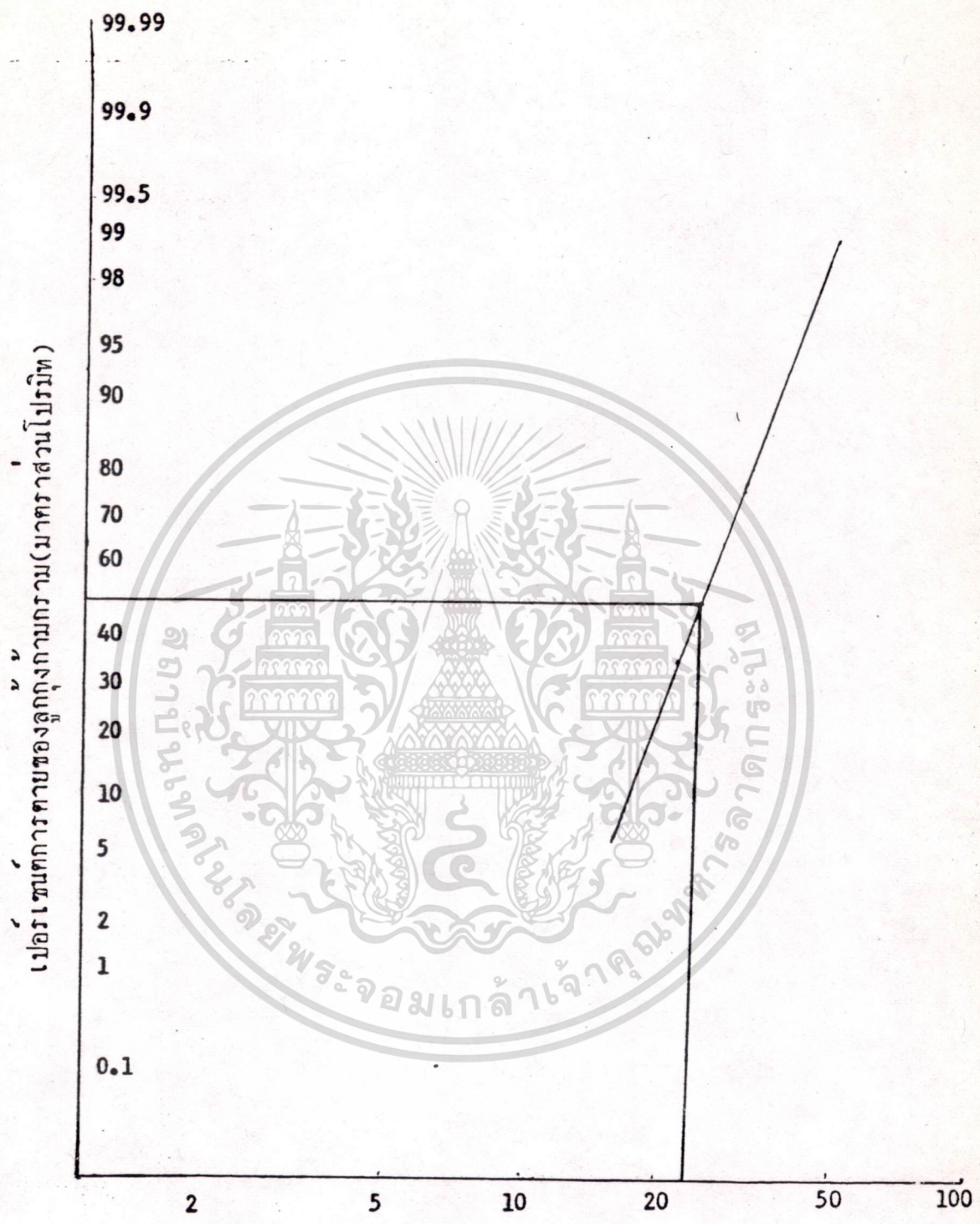
ตารางที่ 7 ค่า LC50 และฟังก์ชันของความลาดเอียงที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงของฟอร์มาลินที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ระยะที่	ค่า LC50 (ส่วนในล้านส่วน)		ค่าฟังก์ชันของความลาดเอียง	
	24 (ชม.)	48 (ชม.)	24(ชม.)	48(ชม.)
4	147(138 - 67-155.82)	25(22.71-27.52 )	1.229(1.16 - 1.29 )	1.32(1.17-1.48 )
7	176(162.81-190.26 )	30(25.99-34.644 )	1.32 (1.11-1.55 )	1.49( 1.25-1.77)
11	178(149.36-180.07 )	31( 26.93-35.68 )	1.38( 1.15-1.68 )	1.50 ( 1.19-1.87 )



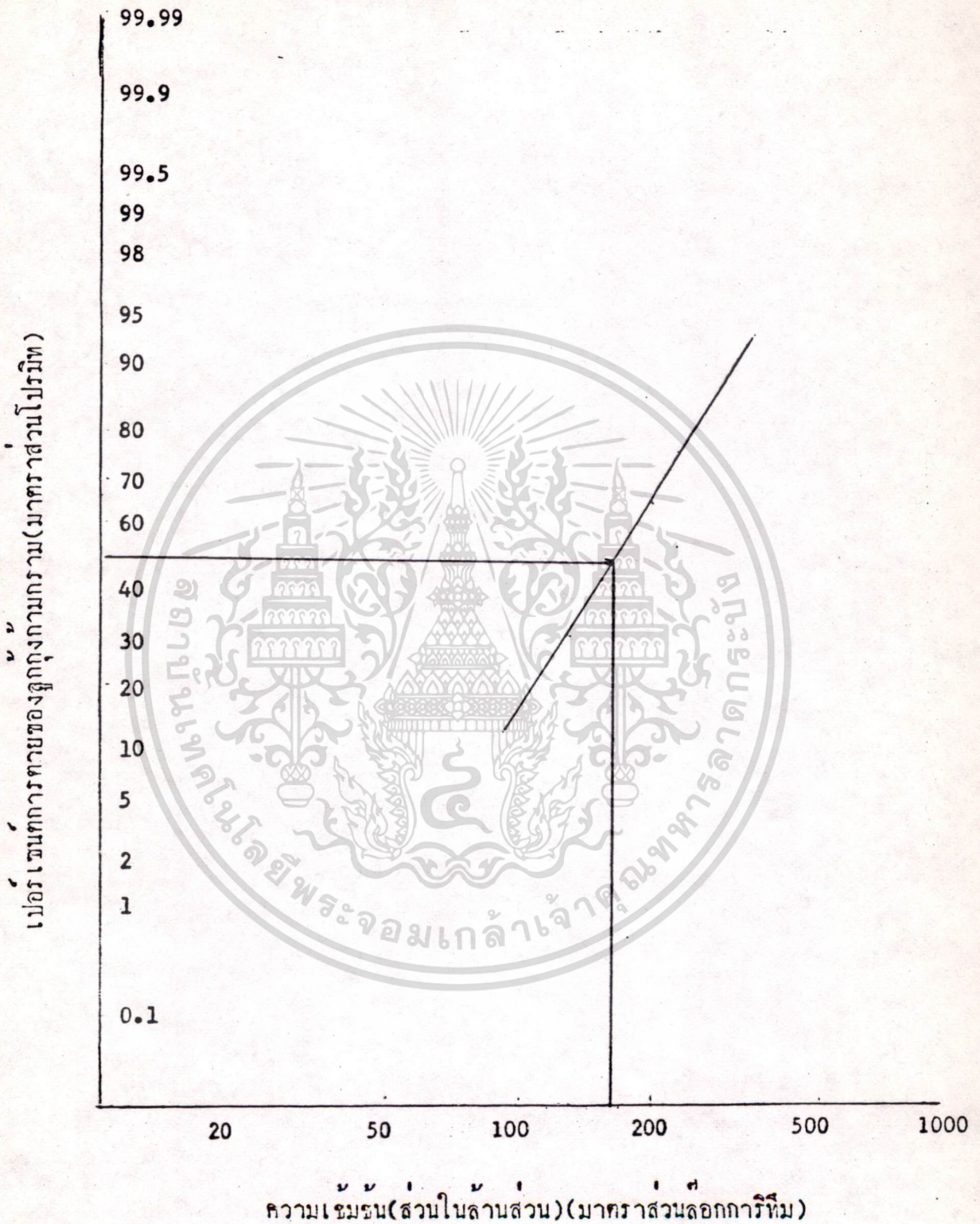
ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอร์มาลีนกับเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกึ่งกวมกรรมระยะที่ 4 ที่ 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



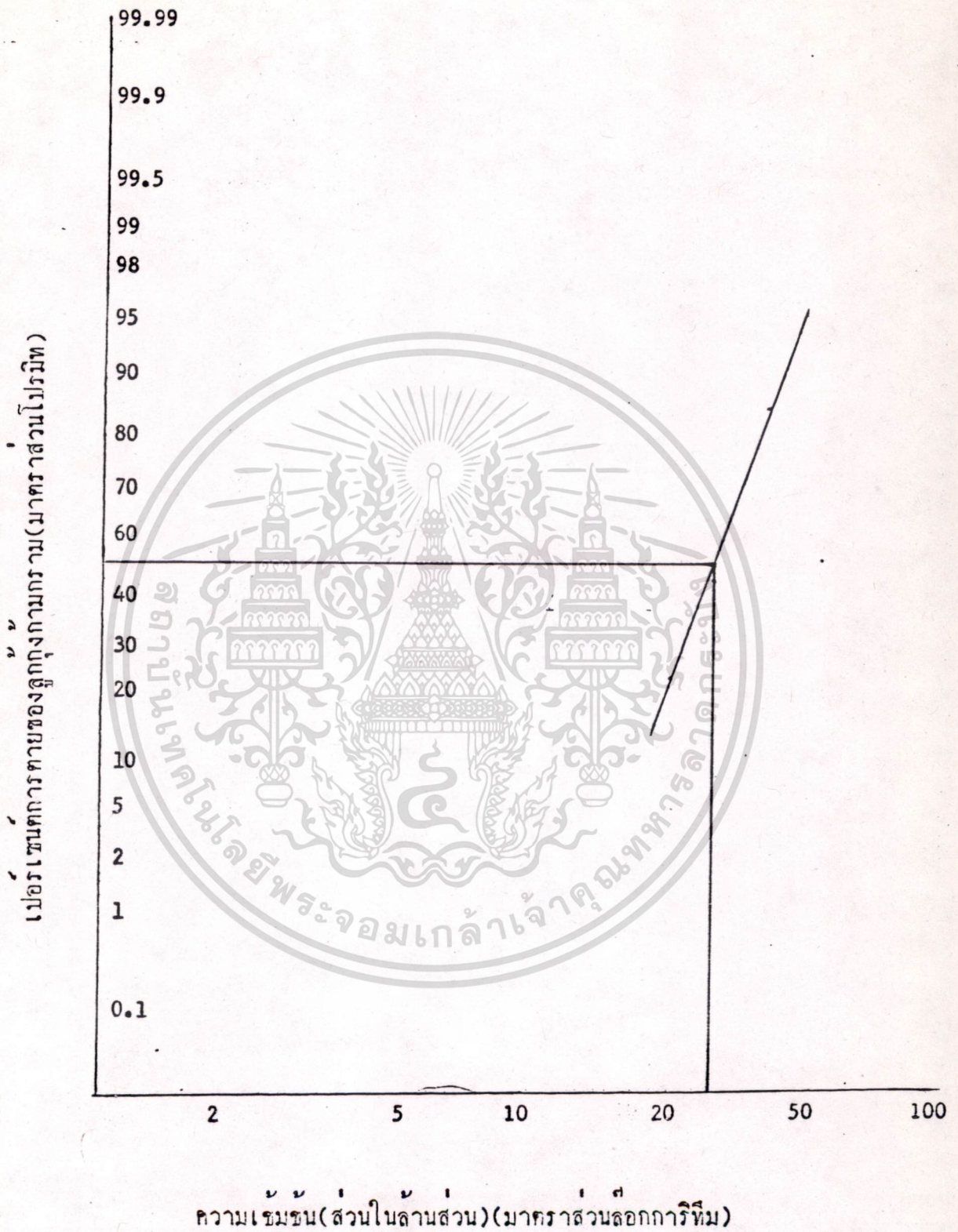
ความเข้มข้น(ส่วนในล้านส่วน)(มาตราส่วนลอการิทึม)

**ภาพที่ 2** ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอร์มาลินกับเปอร์เซ็นต์การตายของลูก  
 เอกสารนี้เขียนเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ตามการค้า  
 กุ้งก้ามกรามระยะที่ 4 ที่ 48 ชั่วโมง  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น ผู้พิมพ์ไม่รับผิดชอบเนื้อหา และต้องยื่นอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 3** ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอร์มาลินกับเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 7 ที่ 24 ชั่วโมง

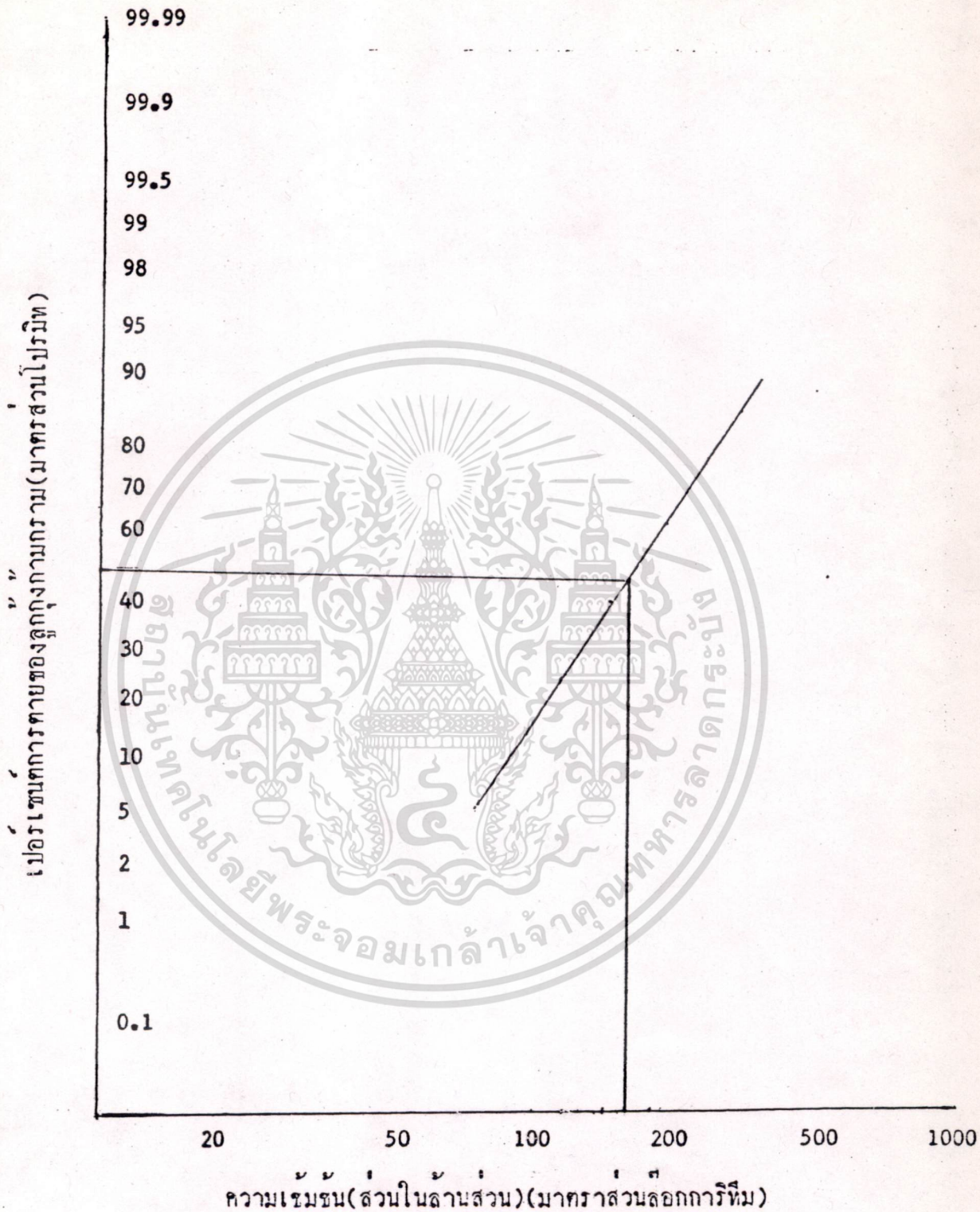
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอร์มาลินกับเปอร์เซ็นต์การตายของลูก

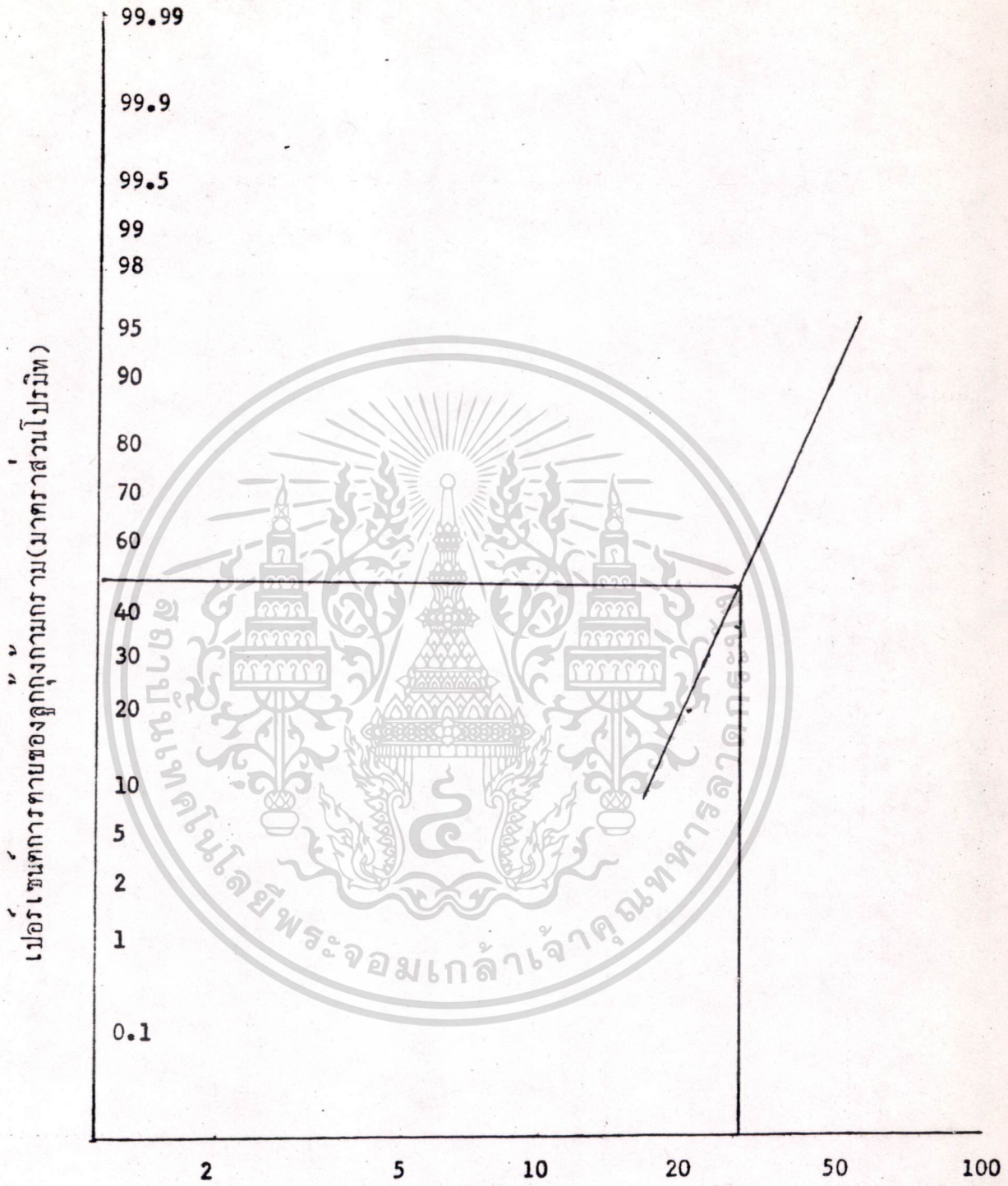
กุ้งก้ามกรามระยะที่ 7 ที่ 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารของกรมประมงสงขลาเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 5** ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอร์มอลินกับเปอร์เซ็นต์การทายของลูกกูกักกรมกรามระยะที่ 11 ที่ 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ความเข้มข้น(ส่วนในล้านส่วน)(มาตราส่วนลอกการิทึม)

ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอร์มาลินกับเปอร์เซ็นต์การคายของตุ๊ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อประโยชน์ใช้สอยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
กึ่งกามกรามระยะที่ 11 ที่ 48 ชั่วโมง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ผลกระทบของคลอแรมเฟนิคอลต่อลูกกุ้งก้ามกราม

### 2.1 จากการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของคลอแรมเฟนิคอลต่อลูกกุ้งก้ามกราม

จากการศึกษาพบว่า ความเป็นพิษของคลอแรมเฟนิคอล ต่อลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4 ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลเท่ากับ 100, 118.9, 141.42, 168.78 และ 200 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตรา 0, 20, 43.33, 86.67 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 16) จากเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกราม เมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้ค่า 48 ชั่วโมง  $LC_{50}$  คือ 136 ส่วนในล้านส่วน ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 127.82 - 144.70 ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชันความลาดเอียงเท่ากับ 1.19 (ตารางที่ 19, ภาพที่ 7)

ความเป็นพิษของคลอแรมเฟนิคอล ต่อลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 7 ที่ระดับความเข้มข้น ของคลอแรมเฟนิคอลเท่ากับ 20, 26.32, 34.64, 45.59 และ 70 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตรา 0, 26.32, 34.64, 45.59 และ 70 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตรา 0, 26.67, 53.33, 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 17) จากเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามเมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้ค่า 48 ชั่วโมง  $LC_{50}$  คือ 33 ส่วนในล้านส่วน ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 29.72 - 36.64 ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชันความลาดเอียง 1.45 (ตารางที่ 19 ภาพที่ 8)

ความเป็นพิษของคลอแรมเฟนิคอลต่อลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 11 ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลเท่ากับ 10, 16.27, 26.46, 43.04 และ 70 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตรา 0, 20, 40, 83.33 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 18) จากเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกราม เมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้ค่า 48 ชั่วโมง  $LC_{50}$  เท่ากับ 28 ส่วนใน

ตารางที่ 14 ค่าที่ลดลงของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ  
ที่ 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นของสารสูงสุดในแต่ละระยะของลูกกุ้งก้าม  
กราม

กุงก้ามกรามระยะ	ความเข้มข้น (ส่วนในล้านส่วน)	ค่าที่เปลี่ยนแปลง	
		DO	pH
4	200	-3.4	0
7	240	-3.1	0
11	240	-3.8	0.01

ตารางที่ 15 ค่าที่ลดลงของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)  
ของน้ำที่ 48 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นของสารสูงสุดในแต่ละระยะของลูกกุ้ง  
ก้ามกราม

กุงก้ามกรามระยะ	ความเข้มข้น (ส่วนในล้านส่วน)	ค่าที่เปลี่ยนแปลง	
		DO	pH
4	60	-6.2	0.01
7	60	-6.2	0.03
11	60	-6.4	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำ ก่อนและหลังการทดลองที่ 24 ชั่วโมงของลูกกึ่งก้ามกรามระยะที่ 11 ใน รัศมีความเข้มข้นของฟอร์มาลินแตกต่างกัน

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0	6.8	7.84	6.4	7.84
100	6.4	7.83	3.4	7.82
124.47	6.3	7.80	3.4	7.78
154.92	6.2	7.82	3.2	7.80
192.83	6.2	7.81	3.0	7.81
240	6.0	7.82	2.8	7.81

ตารางที่ 13 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำ ก่อนและหลังการทดลองที่ 48 ชั่วโมงของลูกกึ่งก้ามกรามระยะที่ 11 ใน รัศมีความเข้มข้นของฟอร์มาลินแตกต่างกัน

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0	6.8	7.84	6.4	7.84
15	7.0	7.85	4.5	7.80
21.21	6.9	7.85	4.2	7.83
30	6.7	7.85	2.2	7.81
42.42	6.5	7.85	0.9	7.81
60	6.6	7.83	0.2	7.83

ตารางที่ 10 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำก่อนและหลังการทดลองที่ 24 ชั่วโมงของลูกกึ่งก้ามกรามระยะที่ 7 ในระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินแตกต่างกัน

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0	6.9	7.88	6.5	7.88
120	6.3	7.87	3.4	7.85
142.70	6.2	7.82	3.2	7.82
169.70	6.3	7.81	3.3	7.80
201.80	6.0	7.80	3.2	7.80
240	6.1	7.78	3.0	7.78

ตารางที่ 11 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำก่อนและหลังการทดลองที่ 48 ชั่วโมงของลูกกึ่งก้ามกรามระยะที่ 7 ในระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลินแตกต่างกัน

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0	6.9	7.88	6.5	7.88
15	7.0	7.85	4.6	7.85
21.21	6.8	7.82	3.3	7.82
30	6.9	7.84	2.0	7.83
42.42	6.5	7.84	1.1	7.83
60	6.4	7.85	0.2	7.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำ ก่อนและหลังการทดลองที่ 24 ชั่วโมงของลูกกึ่งก้ามกรามระยะที่ 4 ใน ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลีนแตกต่างกัน

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0	6.7	7.82	6.1	7.82
100	6.4	7.83	4.0	7.83
119	6.4	7.84	3.4	7.82
141.42	6.3	7.81	3.2	7.78
168.18	6.2	7.82	3.2	7.81
200	6.2	7.82	2.8	7.82

ตารางที่ 9 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำ ก่อนและหลังการทดลองที่ 48 ชั่วโมงของลูกกึ่งก้ามกรามระยะที่ 4 ใน ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลีนแตกต่างกัน

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0	6.7	7.82	6.1	7.82
15	7.0	7.85	4.3	7.85
21.21	6.9	7.84	3.1	7.83
30	6.4	7.85	1.9	7.85
42.42	6.7	7.82	0.7	7.82
60	6.5	7.85	0.3	7.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชันความลาดเอียง 1.7 (ตารางที่ 19 ภาพที่ 9)

ลักษณะและอาการของลูกกุ้งก้ามกรามที่ได้รับคลอแรมเฟนิคอล พบว่า จะตอบสนองในลักษณะที่คล้ายคลึงกันทั้ง 3 ระยะ คือเมื่อใส่ลูกกุ้งก้ามกรามทดลองในน้ำที่มีคลอแรมเฟนิคอลจะมีอาการตกใจ วายน้ำอย่างรวดเร็วและวายน้ำขึ้นสู่ผิวหนัง ลอยตัวอยู่บริเวณผิวหนัง ในโหลทดลองที่มีความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลในปริมาณมาก ลูกกุ้งก้ามกรามจะขึ้นสู่ผิวหนังในเวลารวดเร็ว และพบลักษณะอาการนี้ในลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4 มากกว่าระยะอื่น ๆ เนื่องจากคลอแรมเฟนิคอลมีผลต่อระบบการสร้างเม็คโลฮิต (Davis และคณะ 1972) จึงทำให้ลูกกุ้งต้องการออกซิเจนในการหายใจเพิ่มขึ้น แต่ลูกกุ้งบางตัวมีอาการพักตัวอยู่หนึ่ง ๆ ตามพื้นโหลทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นการปรับตัวเพื่อลดปริมาณการใช้ ออกซิเจนในให้น้อยลง ต่อมาลูกกุ้งก้ามกรามจะมีอาการเซื่องซึม วายน้ำช้ากว่าในกลุ่มควบคุม และพักตัวอยู่หนึ่ง ๆ ตามพื้นโหลทดลอง แล้วจึงค่อย ๆ ลอยตัวขึ้นสู่ผิวหนัง โดยเอาส่วนหางขึ้น ต่อมาในระยะท้าย ๆ ลูกกุ้งก้ามกรามจะวายน้ำไม่มีทิศทางแน่นอน วายน้ำหมุนวนไปมาอย่างรวดเร็ว มีการลอยตัวขึ้นสู่ผิวหนังสลับกับการทรงตัวโดยปล่อยตัวให้จมลงสู่พื้นก้นโหลทดลอง และพยายามคืบตัวขึ้นสู่ผิวหนัง และตายภายในที่สุด

## 2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ

จากการศึกษาพบว่าในโหลทดลองลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4 ที่ 48 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการทดลองมีค่า 6.0-6.5 มิลลิเมตรทอลิตร หลังการทดลอง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่า 0.9-2.7 มิลลิกรัมทอลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างก่อนการทดลองมีค่า 7.8-7.82 หลังการทดลองมีค่า 7.79-7.81 (ตารางที่ 20)

ในโหลทดลองลูกกุ้งระยะที่ 7 ที่ 48 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการทดลองมีค่า 6.4-6.8 มิลลิกรัมทอลิตร หลังการทดลอง มีค่า 0.5 - 4.4 มิลลิกรัมทอลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างก่อนการทดลองมีค่า 7.8-7.82 หลังการทดลองมีค่า 7.79-7.81 (ตารางที่ 21)

ในโหลทดลองลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 11 ที่ 48 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการทดลองมีค่า 6.2-6.8 มิลลิกรัมทอลิตร หลังการทดลองมีค่า 0.5-4.4 มิลลิกรัมทอลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างก่อนการทดลองมีค่า 7.8-7.82 หลังการทดลองมีค่า 7.79-7.81 (ตารางที่ 21)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ รัฐบาลไทย กระทรวงสาธารณสุข ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ รัฐบาลไทย กระทรวงสาธารณสุข ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ รัฐบาลไทย กระทรวงสาธารณสุข ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

มีค่า 0.2-6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างก่อนการทดลองมีค่า 7.81-7.84 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการทดลองมีค่า 7.81-7.82 (ตารางที่ 22)

จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในโหลทดลอง ของลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 หลังจากใส่คลอแรมเฟนิคอลลงไปจะมีค่าลดลง แปรผันตามระดับความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอล

ส่วนค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของสารละลายในโหลทดลอง ของลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 เมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง มีค่าลดลงน้อย มาก จนกล่าวได้ว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 21, 22)

### 2.3 ระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย

จากผลการทดลอง พบว่า ค่าความเข้มข้นที่ปลอดภัยของคลอแรมเฟนิคอล สำหรับลูกกุ้งก้ามกราม ระยะที่ 4, 7 และ 11 ที่ 48 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 13.6, 3.3 และ 2.8 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ ซึ่งนับว่าปลอดภัยเนื่องจากความเข้มข้นที่ใช้ในการรักษาโรคที่เกิดจากแบคทีเรีย มีค่าอยู่ระหว่าง 2-3 ส่วนในล้านส่วนเท่านั้น (บังอร, 2531)

ตารางที่ 16 เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4 ที่ระดับความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลแตกต่างกันภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกุ้งก้ามกรามที่โชทดลอง (ตัว)	เปอร์เซ็นต์การตายสะสม (%)
0	30	0
100	30	0
118.90	30	20
141.42	30	43.33
168.18	30	86.67
200	30	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่หรือดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 เปรอ์เซนต์การตายสะสมของลูกกึ่งกำมาระยะที่ 7 ที่ระดับความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลแตกต่างกันภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกึ่งกำมาระยะที่ 7 ที่ใช้ทดลอง (ตัว)	เปอร์เซนต์การตายสะสม (%)
0	30	0
20	30	0
26.32	30	26.67
34.64	30	53.33
45.59	30	80
60	30	100

ตารางที่ 18 เปรอ์เซนต์การตายสะสมของลูกกึ่งกำมาระยะที่ 11 ที่ระดับความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลแตกต่างกันภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกึ่งกำมาระยะที่ 11 ที่ใช้ทดลอง (ตัว)	เปอร์เซนต์การตายสะสม (%)
0	30	0
10	30	0
16.27	30	20
26.64	30	40
43.04	30	83.33
70	30	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 ค่า LC<sub>50</sub> และฟังก์ชันของความลาดเอียงที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 48 ชั่วโมง ของคลอแรมเฟนิคอลลูกกึ่งกัมภราระยะต่าง ๆ

ระยะที่	ค่า LC <sub>50</sub> (ส่วนในล้านส่วน) ที่ 48 ชั่วโมง	ค่าฟังก์ชันของความลาดเอียงที่ 48 ชั่วโมง
4	136 (127.82-144.70)	1.19 (1.09-1.31)
7	33 (29.72-36.64)	1.45 (1.19-1.75)
11	28 (24.01-32.65)	1.71 (1.36-2.16)

ตารางที่ 20 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำก่อนและหลังการทดลองที่ 48 ชั่วโมงของลูกกึ่งกัมภราระยะที่ 4 ในระดับความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลลูกกึ่งกัมภราระยะต่าง ๆ

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0	6.7	7.79	6.1	7.8
100	6.5	7.80	2.7	7.8
118.9	6.4	7.80	2.8	7.79
141.42	6.3	7.81	1.9	7.8
168.18	6.3	7.81	0.9	7.81
200	6.0	7.82	0.9	7.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

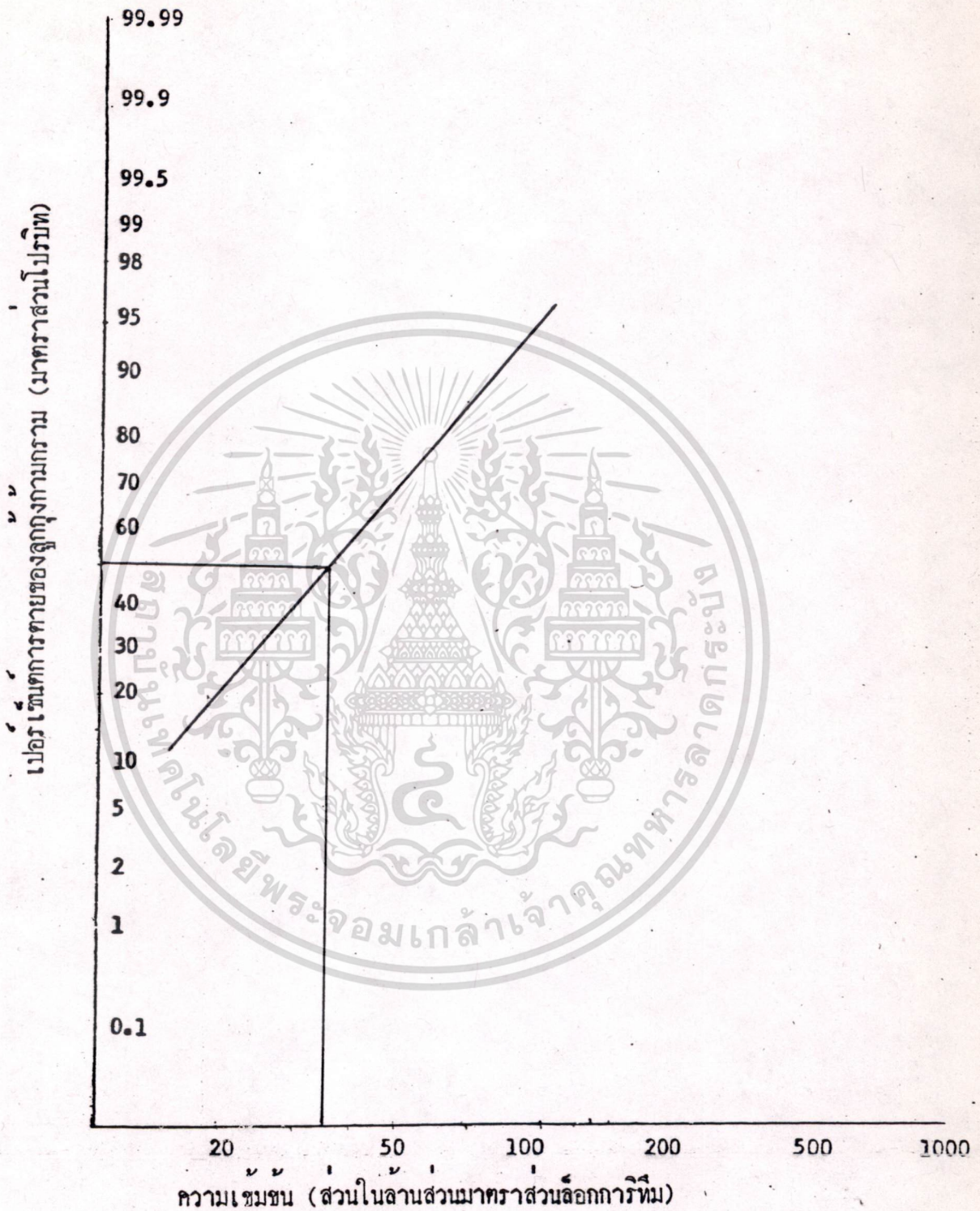
ตารางที่ 21 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำ ก่อนและหลังการทดลองที่ 48 ชั่วโมงของลูกกึ่งก้ามกราม ระยะที่ 7 ในระดับความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลแตกต่างกันไป

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0	6.7	7.81	6.1	7.81
20	6.8	7.81	4.4	7.79
26.32	6.7	7.82	4.1	7.81
34.64	6.6	7.80	2.1	7.80
45.59	6.4	7.80	0.9	7.80
60	6.4	7.81	0.5	7.81

ตารางที่ 22 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำก่อนและหลังการทดลองที่ 48 ชั่วโมง ของลูกกึ่งก้ามกรามระยะที่ 11 ในระดับความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลแตกต่างกัน

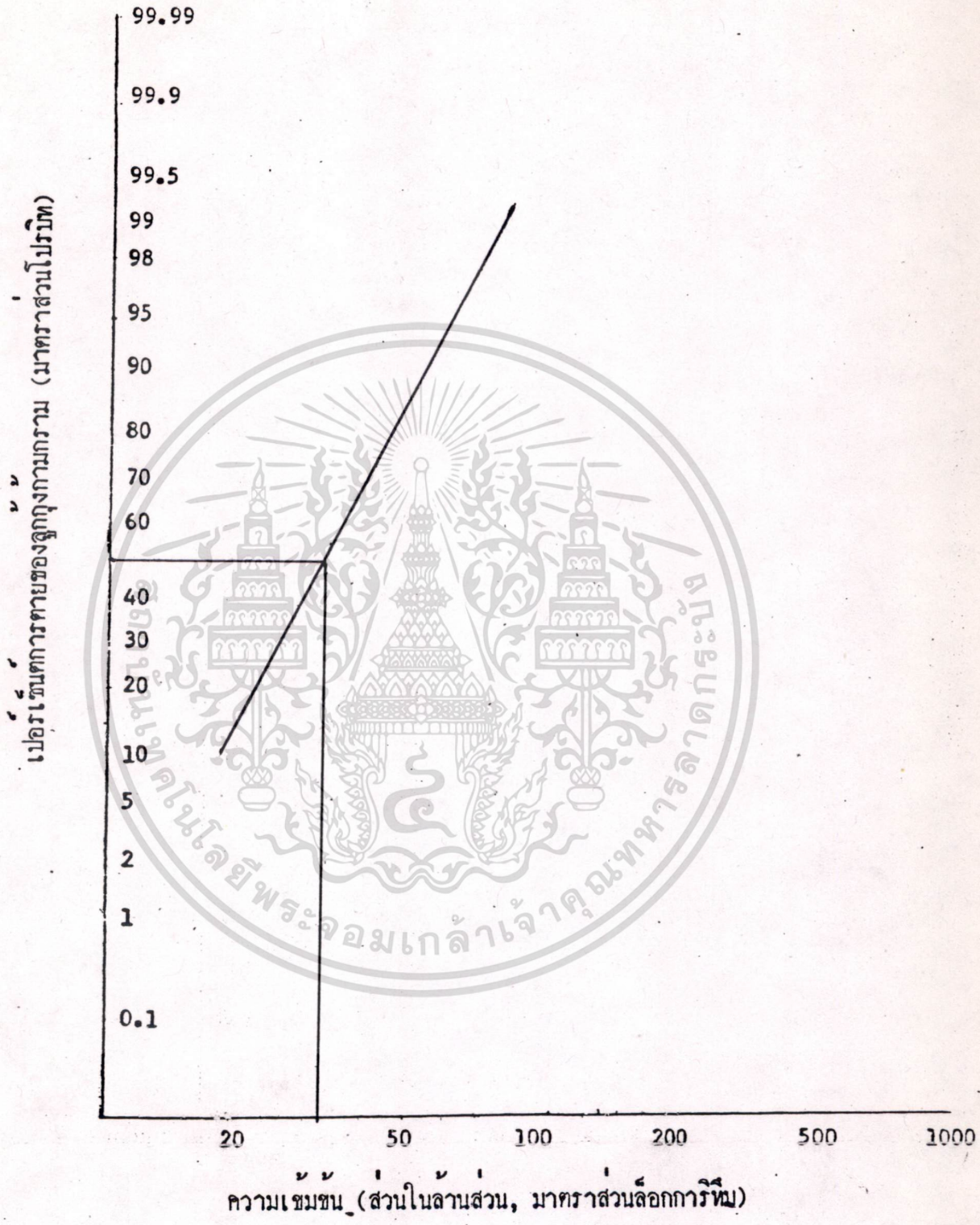
ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0	6.8	7.82	6.1	7.81
10	6.8	7.81	6.0	7.81
16.27	6.7	7.81	4.6	7.82
26.46	6.7	7.82	2.0	7.81
43.04	6.4	7.84	1.1	7.82
70	6.2	7.82	0.2	7.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



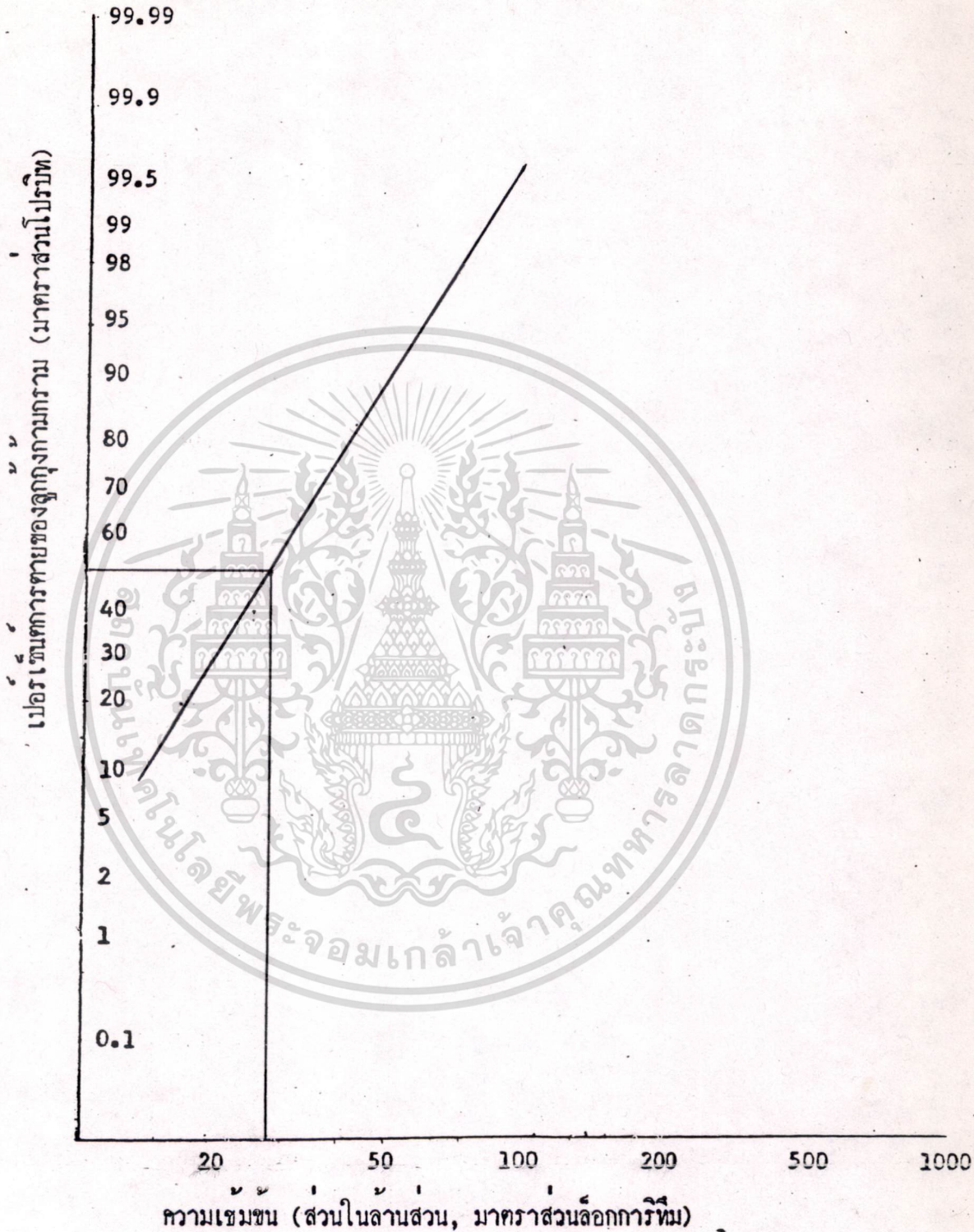
**ภาพที่ 7** ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของคลอแรมเพนคอลลกับ การตายของลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4 ที่ 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 8** ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลกับเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 7 ที่ 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลกับเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 11 ที่ 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ผลกระทบของเทพแลนต่อลูกกุ้งก้ามกราม

#### 3.1 การศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของเทพแลนต่อลูกกุ้งก้ามกราม

จากการศึกษาพบว่า ความเป็นพิษของเทพแลนต่อลูกกุ้งก้ามกราม ระยะที่ 4 ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของเทพแลนเท่ากับ 0.10 0.29 0.84 2.42 และ 7.00 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตรา 0 3.33 46.6 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 23) จากเปอร์เซ็นต์ การตายของลูกกุ้งก้ามกรามเมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้อัตรา 24 ชั่วโมง  $LC_{50}$  คือ 0.95 ส่วนในล้านส่วน ที่ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 0.72-1.12 ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชันความลาดเอียง 1.88 (ตารางที่ 29, ภาพที่ 10) และในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของเทพแลนเท่ากับ 0.05 0.14 0.39 1.07 และ 3 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตรา 0 6.7 43 87 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 24) จากเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามเมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้อัตรา 48 ชั่วโมง  $LC_{50}$  คือ 0.49 ส่วนในล้านส่วน ที่ช่วง ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 0.37-0.64 ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชันความลาดเอียง 2.15 (ตารางที่ 29, ภาพที่ 11)

ความเป็นพิษของเทพแลนต่อลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 7 ในระยะ เวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของเทพแลนเท่ากับ 0.5 0.98 1.87 3.61 และ 7 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตรา 0 10 60 86.6 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามเพื่อนำ มาวิเคราะห์จะได้อัตรา 24 ชั่วโมง  $LC_{50}$  คือ 1.8 ส่วนในล้านส่วน ที่ช่วงระดับความเชื่อ มั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 1.37-2.37 ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชันความ ลาดเอียง 1.75 (ตารางที่ 29, ภาพที่ 12) และในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่ระดับ ความเข้มข้นของเทพแลนเท่ากับ 0.1 0.27 0.7 1.88 และ 5.0 ส่วนในล้าน ส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตรา 0 6.6 40 70 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 26) จากเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามเมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้อัตรา

48 ชั่วโมง  $LC_{50}$  คือ 1.05 ส่วนในล้านส่วนที่ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 0.75-1.46 ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชันลาดเอียง 2.59 (ตารางที่ 29, ภาพที่ 13)

ความเป็นพิษของเทรฟแลนต่อลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 11 ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของเทรฟแลน เท่ากับ 0.5 1 2 4 และ 8 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตราเท่ากับ 0 6.6 40 86.6 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 27) จากเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามเมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้ค่า 24 ชั่วโมง  $LC_{50}$  คือ 2.3 ส่วนในล้านส่วน ที่ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 1.33-2.15 ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชันความลาดเอียง 1.68 (ตารางที่ 29, ภาพที่ 14) และในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของเทรฟแลน เท่ากับ 0.1 0.29 0.84 2.42 และ 7 ส่วนในล้านส่วน ลูกกุ้งก้ามกรามตายในอัตราเท่ากับ 0 6.6 20 93.3 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 28) จากเปอร์เซ็นต์การตายของลูกกุ้งก้ามกรามเมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้ค่า 48 ชั่วโมง  $LC_{50}$  คือ 1.1 ส่วนในล้านส่วน ที่ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 0.78-1.55 ส่วนในล้านส่วน มีค่าฟังก์ชันความลาดเอียง 2.02 (ตารางที่ 29, ภาพที่ 15)

จากผลการทดลอง พบว่าค่า  $LC_{50}$  ที่ 24 ชั่วโมง ของลูกกุ้งก้ามกรามครั้งนี้มีค่าสูงกว่าค่า  $LC_{50}$  ที่ 48 ชั่วโมง ของลูกกุ้งก้ามกราม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Johnson (1980) ซึ่งพบว่าการให้สารเคมีที่ระดับความเข้มข้นคงที่ ในเวลาที่ยาวกว่าก็จะทำให้การสะสมความเป็นพิษในตัวสัตว์ค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และค่า  $LC_{50}$  ลดลงนั่นเอง อย่างไรก็ตามค่าความเป็นพิษเฉียบพลันต่อลูกกุ้งก้ามกรามที่ได้ในครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าที่นิเวศน์ (2530) ได้ศึกษาในลูกกุ้งกุลาคำระยะ protozoae 2, mysis 2, post larva 5, post larva 18 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.39, 2.74, 3.17, 4.67 ตามลำดับ อาจเนื่องจากสัตว์ต่างชนิดกันจะมีความทนทานต่อสารชนิดเดียวกันต่างกันไป แต่ความทนทานต่อสารในลูกกุ้งระยะต้น ๆ จะน้อยกว่าระยะท้าย ๆ สอดคล้องกับที่ ควงพร (2531) และนิเวศน์ (2530) ศึกษาในกุ้งกุลาคำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะอาการของลูกกุ้งก้ามกรามที่ตอบสนองต่อเทพฟแลนพบว่าจะมีลักษณะคล้ายคลึงกันทั้ง 3 ระยะ คือ ที่ความเข้มข้นระดับต่ำ ลูกกุ้งจะว่ายน้ำตามปกติ แต่ที่ความเข้มข้นระดับสูงลูกกุ้งก้ามกรามจะเริ่มว่ายน้ำช้า ๆ และว่ายน้ำหมุนวนไปมาแบบไม่มีทิศทางที่แน่นอนโดยเอาส่วนหางชี้ขึ้นที่ผิวน้ำ และเมื่อลูกกุ้งก้ามกรามไม่สามารถทนทานต่อพิษของสารเคมี ก็จะเริ่มลงมากักตัวนิ่ง ๆ ที่พื้นโคลและนาน ๆ ครั้งจะลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำ และจมลงสู่พื้นโคลเพื่อพักตัวนิ่ง ๆ อีกครั้ง โดยที่ลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4 จะมีการลอยตัวขึ้นไปหายใจบนผิวน้ำบ่อยครั้งกว่าลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 7 และระยะที่ 11 และลูกกุ้งระยะที่ 7 จะลอยตัวขึ้นไปหายใจบนผิวน้ำบ่อยครั้งกว่า ลูกกุ้งระยะที่ 11 ที่สามารถอยู่บริเวณพื้นโคลตลอดได้ครั้งละนาน ๆ สีที่ลำตัวของลูกกุ้งที่ได้รับสารเทพฟแลนจะมีสีใสซีดจางกว่าปกติ ในลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 11 เมื่อใส่สารละลายเทพฟแลนลงไปจะพบว่าลูกกุ้งจะมีอาการว่ายน้ำไปมาอย่างรวดเร็ว และกักตัวขึ้นสู่ผิวน้ำ

### 3.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ

จากการศึกษาพบว่าในโหลทดลองลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4 ที่ 24 ชั่วโมงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการทดลองมีค่า 8.22-9.00 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่า 7.40-8.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดค่า (pH) ก่อนการทดลองมีค่า 8.33-8.34 หลังการทดลองมีค่า 8.35-8.39 (ตารางที่ 30) และในระยะเวลา 48 ชั่วโมงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการทดลองมีค่า 7.4-8.8 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่า 7.2-8.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดค่า (pH) ก่อนการทดลองมีค่า 8.29 - 8.36 หลังการทดลองมีค่า 8.29-8.40 (ตารางที่ 31)

ในโหลทดลองลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 7 ที่ 24 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการทดลองมีค่า 5.0-5.6 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่า 3.8 - 5.2 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่า 3.8-5.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นค่า (pH) ก่อนการทดลองมีค่า 8.36-8.38 หลังการทดลองมีค่า 8.38-8.39 (ตารางที่ 32) และในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการทดลองมีค่า 5.0-5.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่า 3.2-4.8 มิลลิกรัมต่อ  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้

ลิตร ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ก่อนการทดลองมีค่า 8.30-8.33 หลังการทดลองมีค่า 8.35-8.36 (ตารางที่ 33)

ในโหลทดลองลูกกึ่งกำกรามระยะที่ 11 ที่ 24 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการทดลองมีค่า 5.4-6.2 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการทดลอง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่า 4.2-5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ก่อนการทดลองมีค่า 8.17-8.20 หลังการทดลองมีค่า 8.22-8.26 (ตารางที่ 34) และในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก่อนการทดลองมีค่า 5.0-6.2 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่า 3.8-5.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างก่อนการทดลองมีค่า 8.21-8.22 หลังการทดลองมีค่า 8.31-8.34 (ตารางที่ 35)

จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีการเปลี่ยนแปลงบ้างเล็กน้อย ในระดับความเข้มข้นสูง พบว่า ปริมาณออกซิเจนลดลง จากการทดลองลูกกึ่งกำกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 หลังจากใส่เทรฟแลนเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด ปริมาณออกซิเจนที่ลดลงมีค่าเท่ากับ 0.8, 0.2 และ 1.2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 36) และเมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ลดลงมีค่าเท่ากับ 1.0, 1.2 และ 1.4 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 37) ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่า แนวโน้มการลดลงของออกซิเจนหลังจากใส่เทรฟแลนที่เวลา 48 ชั่วโมงมีการลดลงของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มากกว่าที่เวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งการลดลงของออกซิเจนที่ละลายในน้ำนี้ ไม่มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของลูกกึ่งกำกราม คือมีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำมากกว่า 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร (ธานี, 2530)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของสารละลายในโหลทดลองมีการเปลี่ยนแปลงบ้างเล็กน้อย ในระดับความเข้มข้นสูง ๆ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้น จากการทดลองลูกกึ่งกำกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 ที่ 24 ชั่วโมง มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0, 0.05 และ 0.08 (ตารางที่ 36) และเมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.05, 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ (ตารางที่ 37) เป็นการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เพียงเล็กน้อยนี้ไม่มีผลกระทบต่อลูกกึ่งกำกราม ทั้งนี้จากรายงานของธานี (2530) กล่าวว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

ค่าที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของลูกกุ้งก้ามกรามจะอยู่ในช่วง 7.5-8.9 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองจึงอาจกล่าวได้ว่า การตายของลูกกุ้งก้ามกรามเกิดขึ้นเนื่องจากความเป็นพิษของสารเทรฟแลนด์

### 3.3 ระดับความเข้มข้นปลอดภัย

จากผลการทดลองจะพบว่าค่าความเข้มข้นที่ปลอดภัยของเทรฟแลนด์สำหรับลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 ที่ 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.095, 0.18 และ 0.23 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ และที่ 48 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 0.049 0.105 และ 0.11 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ซึ่งจะมีค่าสูงกว่าความเข้มข้นปลอดภัยของเทรฟแลนด์ที่ควงพร (2531) รายงานว่าค่าความเข้มข้นที่ปลอดภัยของลูกกุ้งกล้าระยะ protozoe 2, mysis 2, post larvae 5 และ post larvae 18 ที่ 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.014, 0.032 และ 0.047 ppm. ตามลำดับ ซึ่งเนื่องมาจากใช้สัตว์ทดลองคนละชนิดและการนำปัจจัยปรับค่า (application factor AF) ที่มีค่าต่างกันนำมาคำนวณ จากการทดลองใช้ค่า AF เท่ากับ 0.1 สำหรับการทดลองของควงพรใช้ค่า  $AF = 0.01$  คุ้มควยมีขยฐานความเป็นพิษทำให้ระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัยแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามค่าที่ได้นี้ก็ยังไม่ย่นกว่าที่ Po และ Sanvictores (1986) ทดลองใช้เทรฟแลนด์ที่ความเข้มข้นสูงถึง 0.2 ส่วนในล้านส่วน รักษาเชื้อรา Lagenidium โดยไม่เป็นพิษต่อลูกกุ้งกล้าระยะ mysis และ post larva

ตารางที่ 23 เปอร์เซนต์การตายสะสมของลูกกึ่งกำมาระยะที่ 4 ที่ระดับความเข้มข้นของเทพ์แลนแตกต่างกัน ภายในเวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกึ่งกำมาระยะที่ 4 ที่ใช้ทดลอง (ตัว)	เปอร์เซนต์การตาย สะสม
0	30	0
0.10	30	0
0.29	30	3.33
0.84	30	46.6
2.42	30	90
7.00	30	100

ตารางที่ 24 เปอร์เซนต์การตายสะสมของลูกกึ่งกำมาระยะที่ 4 ที่ระดับความเข้มข้นของเทพ์แลนแตกต่างกัน ภายในเวลา 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกึ่งกำมาระยะที่ 4 ที่ใช้ทดลอง (ตัว)	เปอร์เซนต์การตาย สะสม
0	30	0
0.05	30	0
0.14	30	6.7
0.39	30	43
1.07	30	87
3	30	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 7 ที่ระดับความเข้มข้นของเทรฟแลน แตกต่างกันในระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกุ้งก้ามกรามที่ใช้ทดลอง (ตัว)	เปอร์เซ็นต์การตาย สะสม
0	30	0
0.5	30	0
0.98	30	10
1.87	30	60
3.61	30	86.6
7.0	30	100

ตารางที่ 26 เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 7 ที่ระดับความเข้มข้นของเทรฟแลน แตกต่างกันในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกุ้งก้ามกรามที่ใช้ทดลอง (ตัว)	เปอร์เซ็นต์การตาย สะสม
0	30	0
0.1	30	0
0.27	30	6.6
0.7	30	40
1.88	30	70
5.0	30	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27 เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของลูกกึ่งกำมารวมที่ระยะที่ 11 ที่ระดับความเข้มข้นของเทอร์ฟแลน แยกต่างกันใน 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกึ่งกำมารวมที่โชทคลอง (ตัว)	เปอร์เซ็นต์การตาย สะสม
0	30	0
0.5	30	0
1	30	6.6
2	30	40
4	30	86.6
8	30	100

ตารางที่ 28 เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของลูกกึ่งกำมารวมที่ระยะ 11 ที่ระดับความเข้มข้นของเทอร์ฟแลน แยกต่างกันใน 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (มล./ล.)	จำนวนลูกกึ่งกำมารวมที่โชทคลอง (ตัว)	เปอร์เซ็นต์การตาย สะสม
0	30	0
0.1	30	0
0.29	30	6.6
0.84	30	20
2.42	30	93.3
7	30	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 29 ค่า LC<sub>50</sub> และฟังก์ชันของความลาดเอียงที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงของเทรฟแลน  
 ทอดูกุ้งก้ามกรามระยะต่าง ๆ

ระยะที่	ค่า LC <sub>50</sub> (ส่วนในล้านส่วน)		ค่าฟังก์ชันของความลาดเอียง	
	24 (ชม.)	48 (ชม.)	24 (ชม.)	48 (ชม.)
4	0.95 (0.72-1.12)	0.49 (0.37-0.64)	1.88 (1.57-2.25)	2.15 (1.64-2.82)
7	1.8 (1.37-2.37)	1.05 (0.75-1.46)	1.75 (1.27-2.40)	2.59 (1.66-4.05)
11	2.3 (1.33-2.15)	1.11 (0.78-1.55)	1.68 (1.32-2.13)	2.02 (1.48-2.75)

ตารางที่ 30 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำก่อนและหลังการทดลองที่ 24 ชั่วโมงของลูกกึ่งก้ามกรามระยะที่ 4 ในระดับความเข้มข้นของเทรฟแลนแตกต่างกัน

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0	9	8.33	8.6	8.35
0.10	9	8.33	8.4	8.39
0.29	8.8	8.34	7.6	8.39
0.84	8.8	8.34	7.8	8.39
2.42	8.22	8.34	7.4	8.39
7.00	8.4	8.34	7.6	8.39

ตารางที่ 31 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำก่อนและหลังการทดลองที่ 48 ชั่วโมงของลูกกึ่งก้ามกรามระยะที่ 4 ในระดับความเข้มข้นของเทรฟแลนแตกต่างกัน

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0	8	8.29	8.4	8.29
0.05	8.8	8.35	8.4	8.38
0.14	8.4	8.35	8.0	8.39
0.39	8.4	8.36	8.2	8.40
1.07	8.3	8.35	7.8	8.40
3	8.2	8.35	7.2	8.40

ตารางที่ 32 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำ ก่อนและหลังการทดลองที่ 24 ชั่วโมง ของกึ่งกักกามระยะที่ 7 ใน รัศมีความเข้มข้นของ เทรฟเลนแตกต่างกัน

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0	5.4	8.36	5.2	8.39
0.50	5.4	8.36	5.2	5.38
0.98	5.4	8.37	5.2	8.39
1.87	5.6	8.38	5.0	8.38
3.61	5.4	8.38	3.8	8.38
7.0	5.2	8.38	4.8	8.38

ตารางที่ 33 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำ ก่อนและหลังการทดลองที่ 48 ชั่วโมงของกึ่งกักกามระยะที่ 7 ใน รัศมีความเข้มข้นของ เทรฟเลนแตกต่างกัน

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0.50	5.4	8.30	4.4	5.35
0.10	5.6	8.31	4.4	8.36
0.27	5.0	8.33	4.8	8.36
0.7	5.6	8.33	3.6	8.36
1.88	5.8	8.31	3.2	8.36
5.0	5.8	8.30	4.6	8.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำ ก่อนและหลังการทดลองที่ 24 ชั่วโมง ของลูกกึ่งก้ามกรามระยะที่ 11 ในระดับความเข้มข้นของเทรฟเลนแตกต่างกัน

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0	6.2	8.20	5.0	8.22
0.50	5.6	8.17	4.6	8.22
1	5.8	8.17	4.2	8.22
2	5.4	8.17	4.2	8.23
4	5.4	8.18	4.2	8.25
8	5.4	8.18	4.2	8.26

ตารางที่ 35 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำ ก่อนและหลังการทดลองที่ 48 ชั่วโมง ของลูกกึ่งก้ามกรามระยะที่ 11 ในระดับความเข้มข้นของเทรฟเลนแตกต่างกัน

ความเข้มข้น (มล./ล.)	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	DO	pH	DO	pH
0	6.2	8.22	5.8	8.34
0.1	5.8	8.20	5.2	8.30
0.29	5.6	8.20	3.8	8.31
0.84	5.6	8.21	5.0	8.31
2.42	5.0	8.21	5.2	8.31
7	5.6	8.21	4.2	8.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

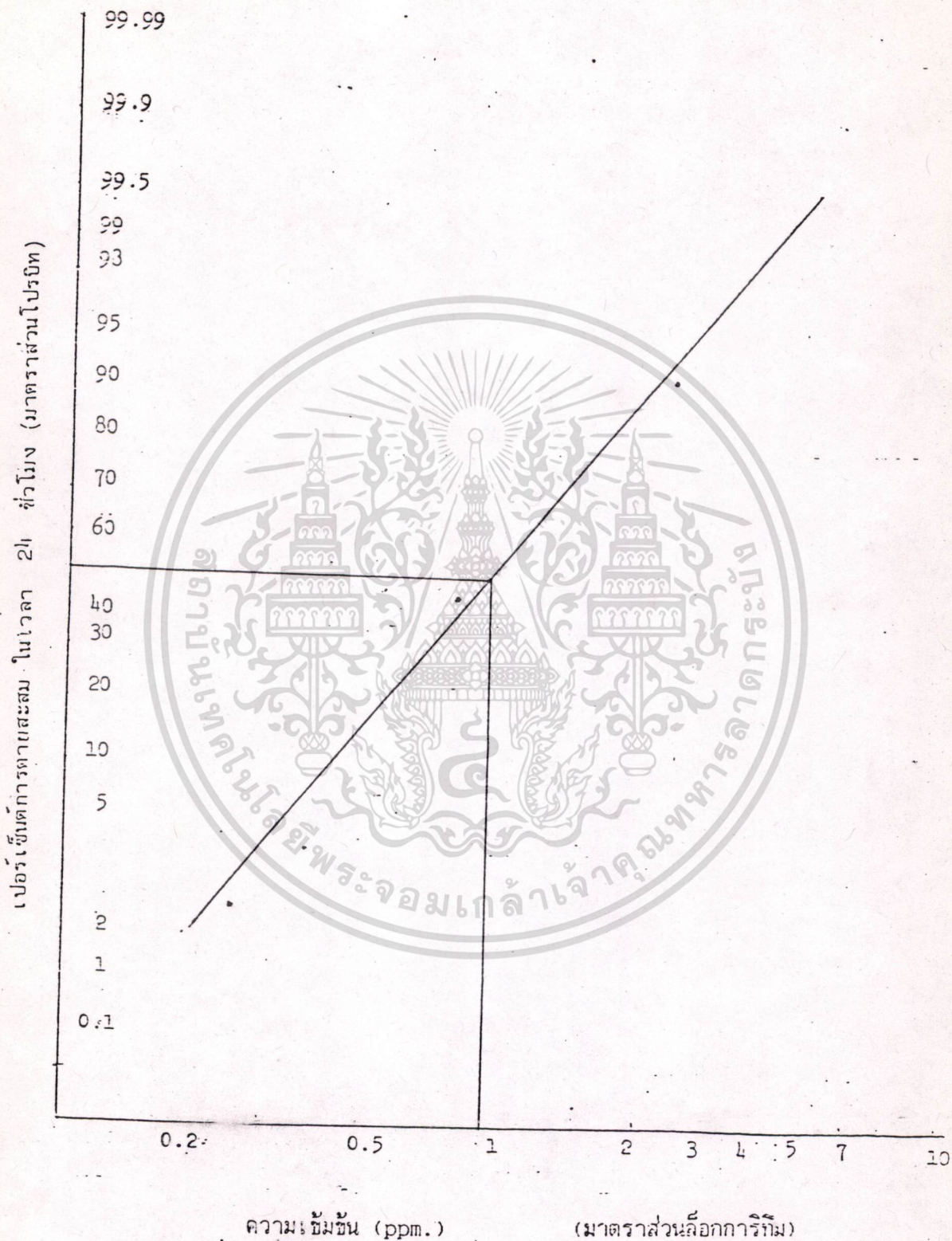
ตารางที่ 36 ค่าที่ลดลงของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) ที่ 24 ชั่วโมง

กู่กามกรามระยะ	ความเข้มข้น (ส่วนในล้านส่วน)	ค่าที่เปลี่ยนแปลง	
		DO	pH
4	7.0	- 0.8	0.05
7	7.0	- 0.4	0
11	8.0	- 1.2	0.08

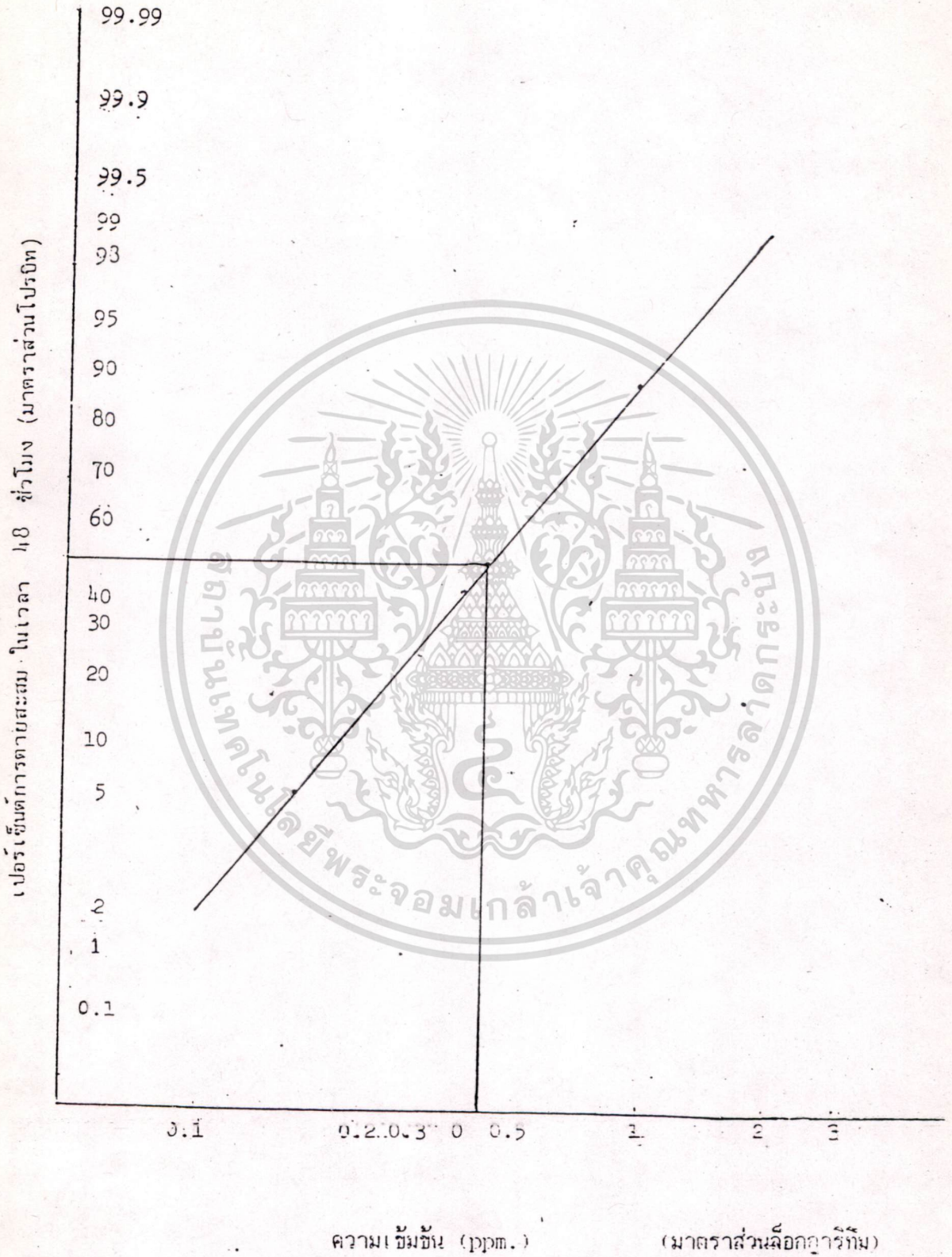
ตารางที่ 37 ค่าที่ลดลงของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) ที่ 48 ชั่วโมง

กู่กามกรามระยะ	ความเข้มข้น (ส่วนในล้านส่วน)	ค่าที่เปลี่ยนแปลง	
		DO	pH
4	3.0	- 1.0	0.05
7	5.0	- 1.2	0.05
11	7.0	- 1.4	0.10

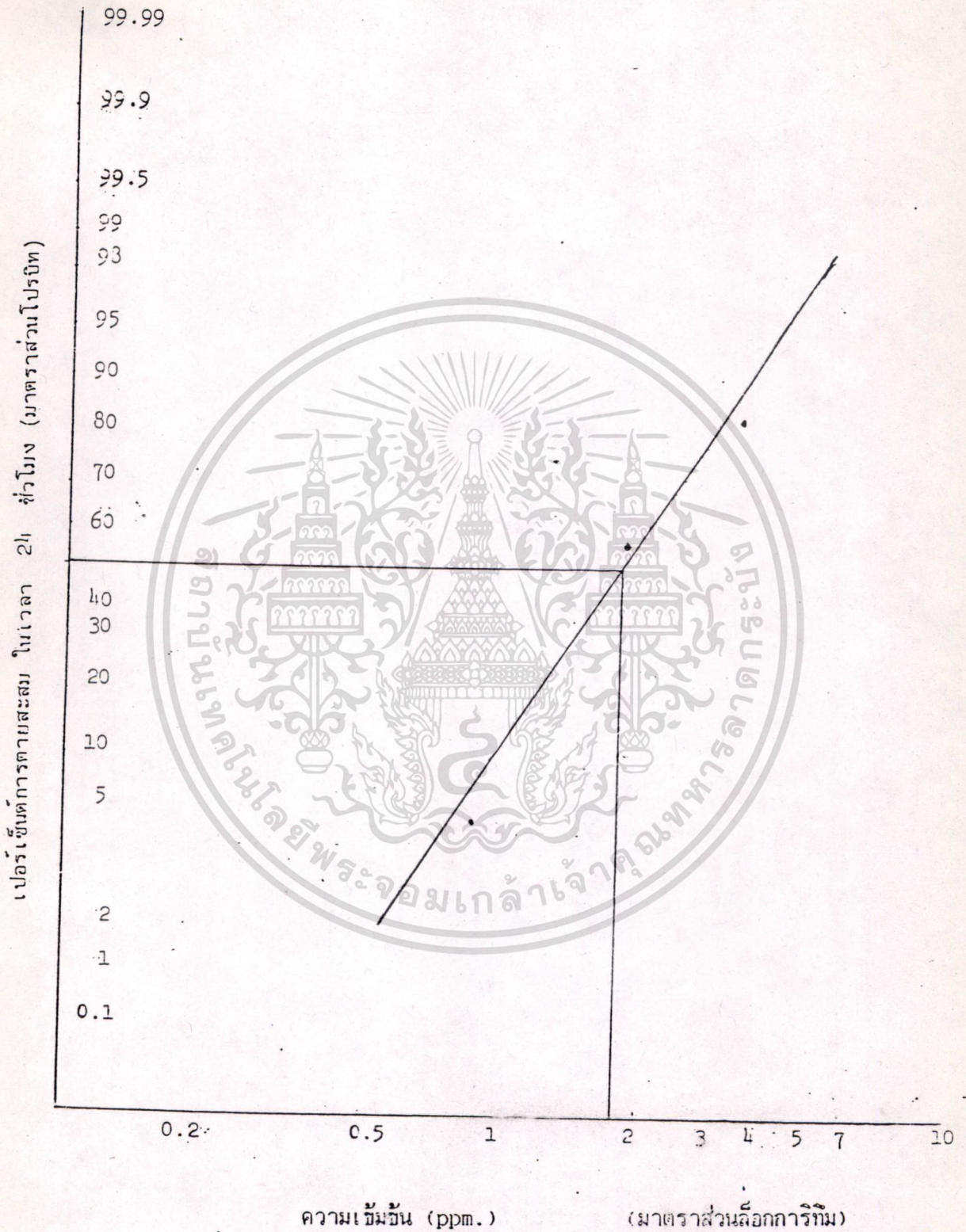
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



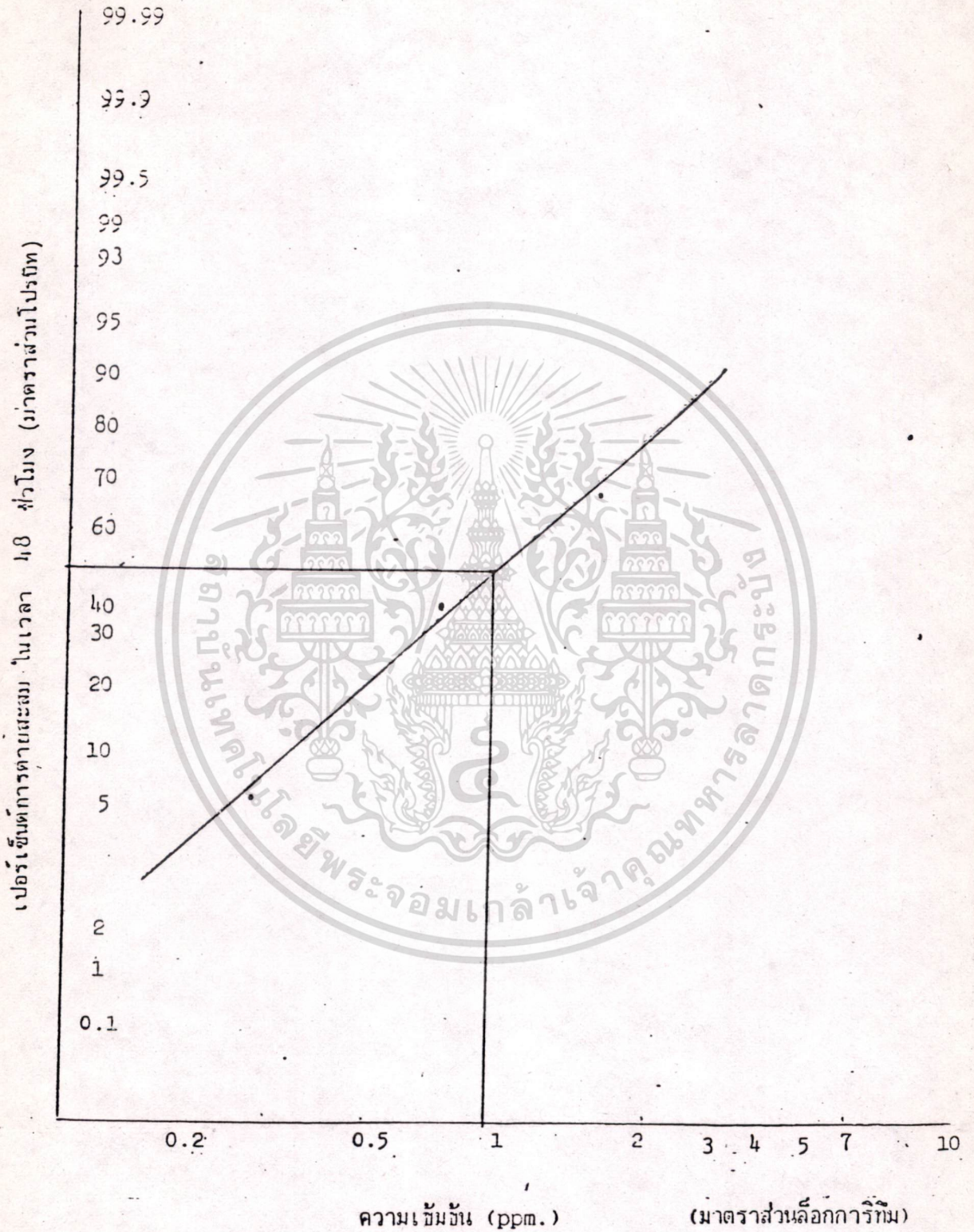
ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น ของתרפולן กับเปอร์เซ็นต์การตายของ  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ลุกกึ่งก้ามกรามระยะที่ 4 ที่ 24 ชั่วโมง  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ขอสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏ และขอสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏ และขอสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏ



ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น ของแก๊สพิษ กับเปอร์เซ็นต์การตายของปลาในการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้นลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4 ที่ 48 ชั่วโมง อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

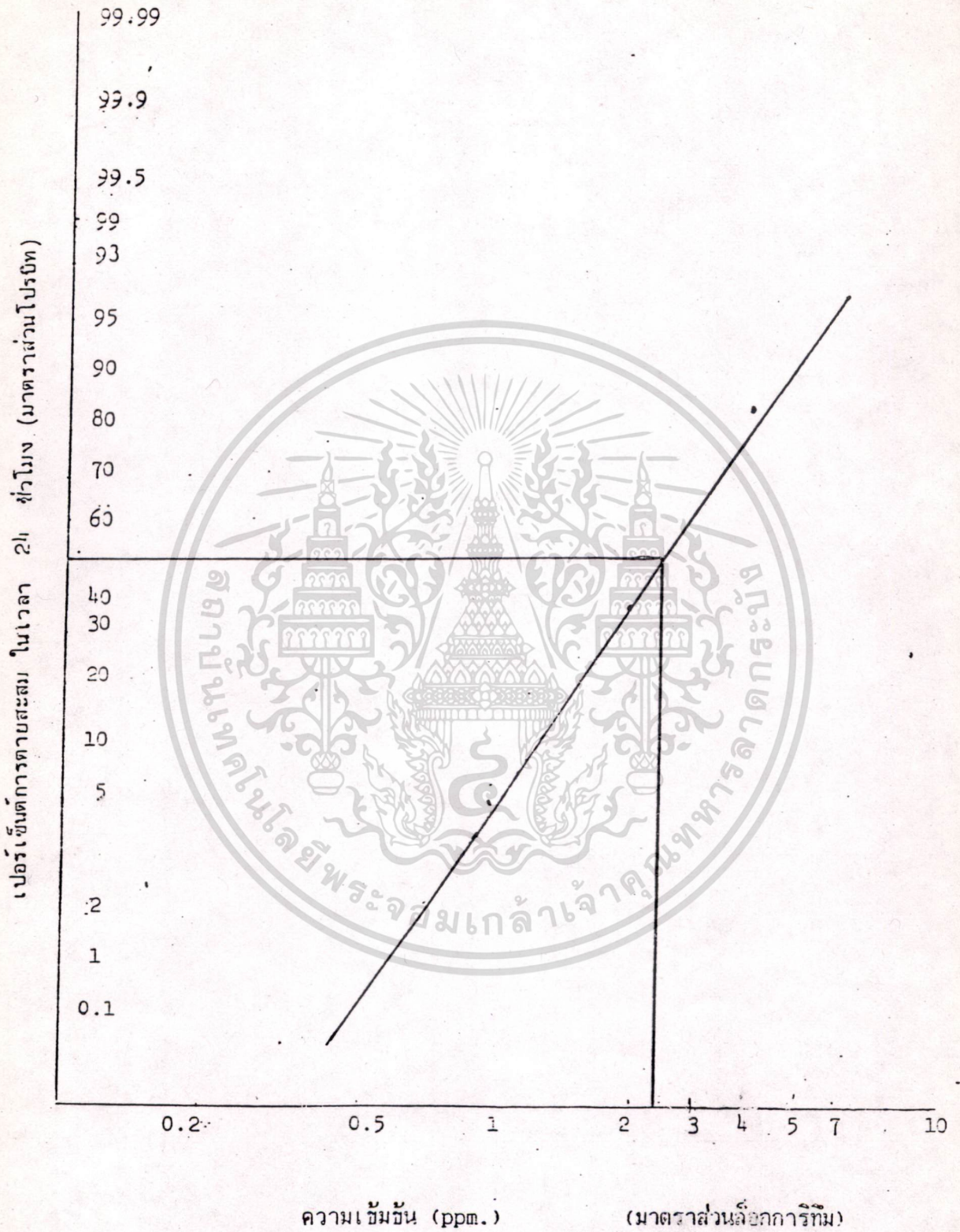


**ภาพที่ 12** ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น ของเทอร์นเลน กับเปอร์เซ็นต์การตายของ  
 เอกซารินเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ลุกกึ่งก้าวมกรมระยะที่ 7 ที่ 24 ชั่วโมง  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นเหตุที่ผิดปกติและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



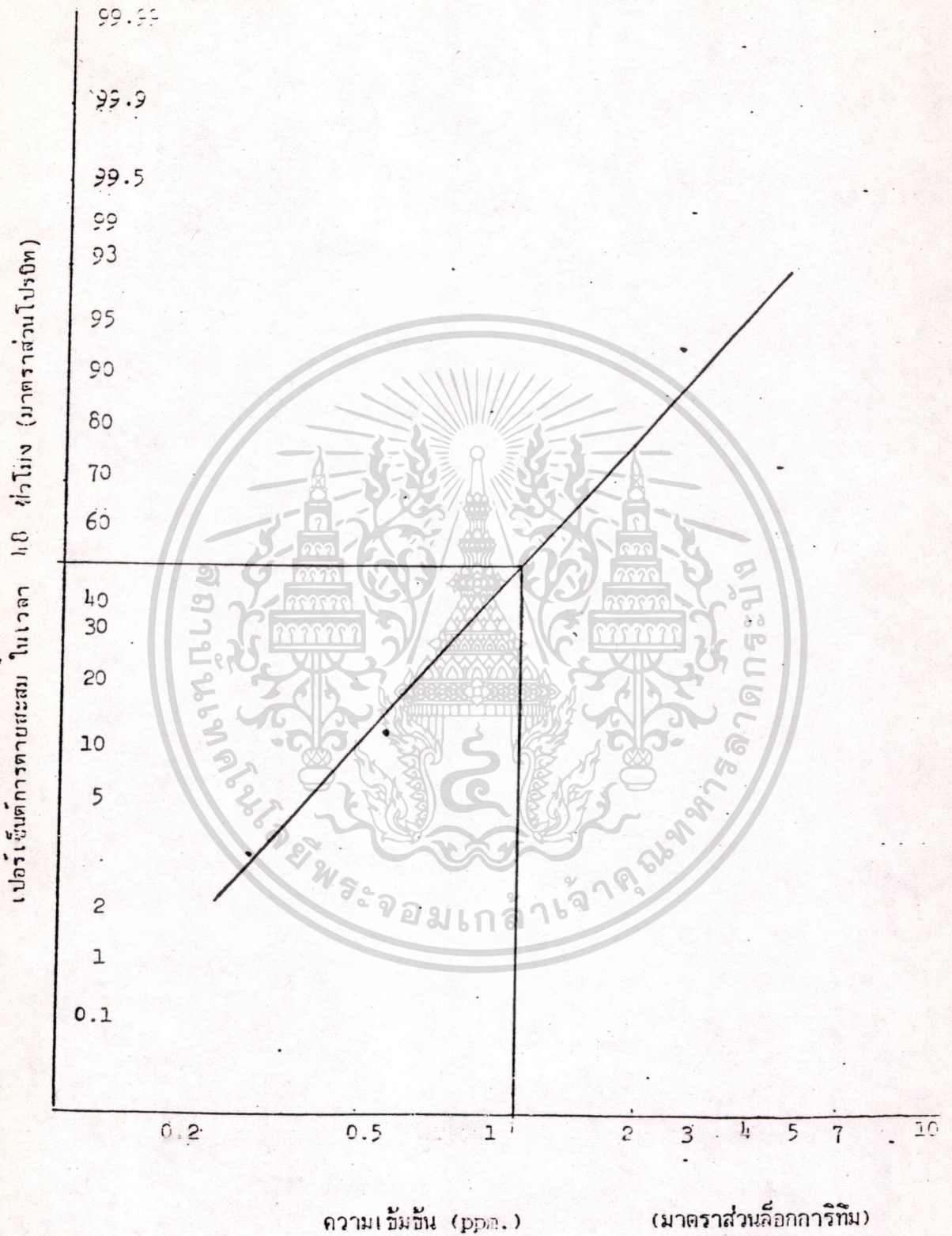
ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น ของทรนโเลน กับเปอร์เซ็นต์การตายของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ลุกกึ่งก้ามกรมระยะที่ 7 ที่ 48 ชั่วโมง  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น ของทรูฟเลน กับเปอร์เซ็นต์การตายของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ความไว้สำหรับใช้ฟรีซึ่งไม่ได้ถูกแก้ไขหรือแก้ไขใดๆที่ 11 ที่ 24 ชั่วโมง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น ของเทรฟเลน กับเปอร์เซ็นต์การตายของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่อนุญาตไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ลกกิ่งก้านกรมระยะที่ 11 ที่ 48 ชั่วโมง  
 ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและขอเสนอแนะ

1. ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 24 ชั่วโมงคือ 147, 176 และ 178 ส่วนในล้านส่วน

2. ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของฟอร์มาลินที่ทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 48 ชั่วโมงคือ 25, 30 และ 31 ส่วนในล้านส่วน

3. ค่าความปลอดภัยของฟอร์มาลินต่อลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 ในระยะเวลา 24 ชั่วโมงคือ 14.7, 17.6 และ 17.8 ส่วนในล้านส่วน

4. ค่าความปลอดภัยของฟอร์มาลินต่อลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 ในระยะเวลา 48 ชั่วโมงคือ 2.5, 3.0 และ 3.1 ส่วนในล้านส่วน

5. ในการใช้ฟอร์มาลินรักษาโปรโตซัว โดยไม่เป็นอันตรายต่อลูกกุ้งก้ามกรามควรใช้ในระบับ 100 ส่วนในล้านส่วนในระยะเวลา 24 ชั่วโมงและไม่ควรเกิน 15 ส่วนในล้านส่วนในการแช่ตลอดไป และควรให้อากาศอย่างเพียงพอ

6. ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของคลอแรมเฟนิคอลที่ทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง คือ 136, 33.0 และ 28.0 ส่วนในล้านส่วน

7. ค่าความปลอดภัยของคลอแรมเฟนิคอลต่อลูกกุ้งก้ามกรามระยะที่ 4, 7 และ 11 ในระยะเวลา 48 ชั่วโมงคือ 13.6, 3.30 และ 2.80 ส่วนในล้านส่วน

8. ในการใช้คลอแรมเฟนิคอลรักษาโรคที่เกิดจากแบคทีเรียในกุ้งก้ามกรามควรทำการแช่เพียง 24 ชั่วโมง เพราะว่าภายใน 24 ชั่วโมงแรกระดับความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอลสูงเกิน 100 ส่วนในล้านส่วน ก็ยังไม่ทำให้ลูกกุ้งก้ามกรามตาย ส่วนความเข้มข้นที่ปลอดภัยในการรักษาที่ 48 ชั่วโมงในกุ้งระยะ 4, 7 และ 11 มีค่าสูงถึง 100, 20, 10 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ ส่วนค่าความปลอดภัยมีค่าใกล้เคียงกับความเข้มข้นที่ใช้รักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของเทอร์ฟแลน ที่ทำให้ลูกกึ่งกัมมการระยะที่ 4, 7 และ 11 ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 24 ชั่วโมงคือ 0.95, 1.80 และ 2.3 ส่วนในล้านส่วน และในระยะเวลา 48 ชั่วโมง มีค่า 0.49, 1.05 และ 1.1 ส่วนในล้านส่วน

10. ค่าความปลอดภัยของเทอร์ฟแลนต่อลูกกึ่งกัมมการระยะที่ 4, 7 และ 11 ในระยะ 24 ชั่วโมงคือ 0.095, 0.18, 0.23 ส่วนในล้านส่วน และในระยะเวลา 48 ชั่วโมงมีค่า 0.049, 0.105 และ 0.11 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ

11. ในการใช้เทอร์ฟแลนเพื่อป้องกันรักษาเชื้อราในลูกกึ่งกัมมการระยะที่ 4, 7 และ 11 ควรใช้เพียงที่ 24 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.5 และ 0.5 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ เนื่องจากค่าความปลอดภัยที่ 48 ชั่วโมงมีค่าต่ำกว่าค่าความเข้มข้นที่ใช้ป้องกันรักษา นอกจากนี้ควรทำการปิดมอเพื่อป้องกันแสง เพราะเทอร์ฟแลนจะสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกแสงหรือมีฉนวนกันความร้อนในคอนกรีต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษา

## เอกสารอ้างอิง

- ครุณี แซ่ฮ้อย, อนันต์ ตันสุตะพานิช และลิลลา เรืองแป้น. 2530. Vibrio harveyi สาเหตุของโรคแบคทีเรียเรืองแสงของลูกกุ้งแชบ๊วย (Penaeus merguensis) ใน เอกสารประกอบการสัมมนา การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลครั้งที่ 1 ณ โรงแรม อิมพีเรียล, 5 ตุลาคม 2530. หน้า 1-8.
- ดวงพร วัชรเกษมสินธ์. 2531. พืชเฉียบพลันของเบนซาลโคเนียมคลอไรด์คอปเปอร์-คีเลท มาลาโคทกรีน และเทรพแลน ต่อกุ้งกุลาค่าวัยอ่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เต็มดวง พึ่งขจรบุญ. 2529. ความเป็นพิษและผลของฟอร์มาลินในระดับไม่ทำให้ปลาตายต่อปลาน้ำจืดบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ธานี พูนศรี. 2530. เทคโนโลยีการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเป็นการค้า. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 189 หน้า.
- นิเวศน์ เรืองพานิช. 2530. ธุรกิจการเพาะและอนุบาลลูกกุ้งกุลาค่าในประเทศไทย. เอกสารเผยแพร่. กองประมงน้ำกรวย. กรมประมง, กรุงเทพฯ. 12 หน้า.
- บังอร ศรีมุกดา. 2531. การเพาะเลี้ยงกุลาค่า. เอกสารเผยแพร่ สถาบันประมงน้ำกรวยจังหวัดระยอง. กองประมงน้ำกรวย. กรมประมง, กรุงเทพฯ 73 หน้า.
- ยงค์ มุสิก. 2529. การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 146 หน้า.
- วิจิตร ตันสกุล, ทองสุข แซ่ลี และเอกลักษณ์ แซ่โล้ว. 2530. พืชเฉียบพลันและผลกระทบของการใช้ฟอร์มาลินต่อกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน. หน้า 23-33. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 25. สาขาประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สิทธิ บุญรัตผดลิน. 2526. โรคกุ้งก้ามกรามและวิธีป้องกันรักษา. เอกสารประกอบการอบรมเกษตรกร. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กรุงเทพฯ 6 หน้า.
- สมประสงค์ ชันดม, เจริญ เรืองทัยธรรม และทวีชัย สุไพโรจน์. 2530. ผลของพอร์มาลินต่ออัตราการตายของลูกกุ้งแสบวัย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 11/30 สถาบันประมงน้ำจืดจังหวัดสมุทรสาคร, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 12 หน้า.
- อนันต์ คันสุตะพานิช และพจนีย์ แพ่งไทร. 2524. การปฏิบัติการส่งเสริมกำลังผลิตพันธุ์กุ้งก้ามกราม. เอกสารเผยแพร่สถาบันประมงจังหวัดฉะเชิงเทรา, กองประมงน้ำจืด. กรมประมง, กรุงเทพฯ. 14 หน้า.
- Davis L.E., C.A. Neff., J.D. Baggot and T.F. Power. 1972. Pharmacokinetics of Chloramphenicol in domesticated animal. Am. J. Vet. Res. 33; 225 p.
- Johnson, W.W. and M.T. Finley. 1980. Handbook of acute of chemicals to fish and aquatic invertebrates. Resource Publ, Wahington D.C. 137 p.
- Po, G.L. and E. Sanvictores. 1985. The Tolerance of Penaeus monodon eggs and larvae to fungicides against Lagenidium sp. and Haliphthoros philippinensis. Proceedings of the first International Conference on the Culture of Penaeid Prawn/Shrimps. Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Philippine. 180 p.
- \_\_\_\_\_ . 1986. The tolerance of Penaeus monodon eggs and larvae to fungicides against Lagenidium sp. and Haliphthoros. Aquaculture. 51:161-168.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Sprague, J.B. 1969. Measurement of pollutant toxicity to fish. I. Bioassay method for acute toxicity. *Water Res.* 3:793-821.
- Wedemeyer, G. and W.T. Yasutake. 1974. Stress of formalin treatment in juveniles spring chinook salmon (*Oncorhynchus zshawytscha*) and steelhead trout (*Salmo gairdneri*) *J.Fish. Res. Board Can.* 28 : 1899-1904.
- Wellborn, T.L. 1979. Control and Therapy, pp. 16-62. In J.A. Plumb (ed) *Principle Disease of Farm-Raised Catfish.* Southern Cooperative Series No. 225. Alabama.
- Williams, H.A. and R. Wootten. 1981. Some effect of therapeutic levels of formalin and copper sulphate on blood parameters in rainbow trout. *Aquaculture* 24:341-353.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาค่า  $LC_{50}$  ตามวิธีของ Litchfield และ

Wilcoxon (1949)

สัญลักษณ์ที่ใช้

$k$  = the number of concentrations plotted

$n$  =  $k-2$  = degrees of freedom for  $(Chi)^2$

$LC_{50}$  = median lethal concentration

$S$  = slope function

$fLC_{50}, fs$  = factors for  $LC_{50}$  and  $S$  respectively

$N$  = total number of animal used between 16 and 84 percent expected effects

$R$  = the ratio of largest to smallest concentration plotted

$A$  = a value derived from  $S$  and  $R$

$(Chi)^2$  = from calculated is less than  $(Chi)^2$  from table,

therefore, the data are not significantly heterogeneous, the line is a good fit

Concentration (ppm)	Dead/ tested	Observed dead %	Expected dead %	Observed minus Expected	$(O-E)^2$
100	0/30	0(1.2)	3.7	-2.5	0.0175
119	6/30	20	15	5	0.019
141.42	12/30	40	42	-2	0.0016
168.18	23/30	76.7	72	4.7	0.011
200	30/30	100(97.7)	93	4.7	0.0339

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$(\text{Chi})^2 \text{ calculated} = \frac{0.033 \times 150}{5} = 2.49$$

$$\text{Degrees of Freedom, } n = k-2 = 5 - 2 = 3$$

$$(\text{Chi})^2 \text{ from table for } n \text{ of } 3 = 7.815$$

2.49 is less than 7.815, therefore, the data are not significantly heterogeneous

$$LC_{16} = 119$$

$$LC_{50} = 147$$

$$LC_{84} = 180$$

$LC_{16}$ ,  $LC_{50}$ ,  $LC_{84}$  read from the line on the logarithmic probability paper the concentration for 16, 50, 84 percent mortality

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

$$= \frac{180/147 + 147/119}{2} = 1.229$$

$$fLC_{50} = S^{\frac{2.7}{\sqrt{N}}} = 1.229^{\frac{2.77}{\sqrt{90}}} = 1.060$$

the limits of  $LC_{50}$  as :

$$LC_{50} \times fLC_{50} = \text{upper} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{limit for 19/20 probability}$$

$$LC_{50} / fLC_{50} = \text{lower}$$

$$\text{upper limit } LC_{50} = 147 \times 1.093 = 155.82$$

$$\text{lower limit } LC_{50} = 147/1.093 = 138.67$$

$LC_{50}$  and 19/20 confidence limits : 147 (138.67 - 155.82) ppm

$$R = \text{largest/ smallest concentration}$$

$$= 200/100 = 2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 A &= \text{antilog} \frac{1.1(\log s)^2}{\log R} \\
 &= \text{antilog} \frac{1.1(\log 1.229)^2}{\log 2} = 1.069 \\
 f_s &= A^{10(k-1)/k \sqrt{N}} \\
 &= 1.069^{10(5-1)/5\sqrt{90}} = 1.057
 \end{aligned}$$

the limits of S as:

$$\begin{aligned}
 S \times f_s &= \text{upper} \\
 S/f_s &= \text{lower}
 \end{aligned}$$

limit for 19/20 probability

$$\text{upper limit } s = 1.229 \times 1.087 = 1.299$$

$$\text{lower limit } s = 1.229/1.087 = 1.163$$

s and 19/30 confidence limits : 1.229 (1.131-1.336)

100853

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้