ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ความเป็นพิษเฉียบพลันและความเข้มข้นที่ทำให้ปลาสอดสลบในระยะ sedation ของ benzocaine

A acute toxicity and sedation concentration of benzocaine on swordtail (*Xiphorus helleri*)

ชื่อนักศึกษา นางสาวอรทัย กุดแถลง
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ปวีณา ทวีกิจการ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(ดร.ปวีณา ทวีกิจการ)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
วันที่ 19 เดือน พ.ค. พ.ศ. 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20498

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความเป็นพิษเฉียบพลันและความเข้มข้นที่ทำให้ปลาสอดสลบในระยะ sedation ของ benzocaine

A acute toxicity and sedation concentration of benzocaine on swordtail (*Xiphorus helleri*)

T099377

โดย

นางสาวอรทัย กุดแถลง

ปพ.
๐๓๒๔ค
๒๕๔๗

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน.เดือน.ปี.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความเป็นพิษเฉียบพลันและความเข้มข้นที่ทำให้ปลาสอดสลบในระยะ sedation ของ benzocaine

A acute toxicity and sedation concentration of benzocaine on swordtail (*Xiphorus helleri*)

จากการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ที่มีต่อปลาสอดตามวิธีการของ Litchfield และ Willcoxon (1949) โดยทำการศึกษาปลาสอดเพศผู้และปลาสอดเพศเมีย พบว่าค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน(LC_{50})ของ benzocaine ที่ทำให้ปลาสอดเพศผู้ โดยมีความยาวเฉลี่ย 5.7±0.05 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 1.3±0.01 กรัม และปลาสอดเพศเมีย โดยมีความยาวเฉลี่ย 4.3±0.03 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 1.3±0.02 กรัม ตาย 50 เปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 32.5(30.91±34.17) มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นที่มากที่สุดที่ทำให้ปลาสอดรอด 100 เปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำภายในเวลา 60 ชั่วโมง พบว่า benzocaine มีผลทำให้ปลามีความต้องการออกซิเจนในการหายใจมากกว่าปลาที่ไม่ได้รับยาสลบ โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้นที่ 25, 28, 31, 34 และ 38 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีแนวโน้มลดน้อยแปรผกผันตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นและมีความสัมพันธ์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ลดลง และช่วงความเข้มข้นของ benzocaine ที่เหมาะสมในการขนส่งปลาสอดโดยทำให้ปลาสอดสลบอยู่ในระยะ sedation ภายในเวลา 60 ชั่วโมงมีค่าตั้งแต่ 20 – 23 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งระยะเวลาเหนี่ยวนำให้เกิดการสลบ(Induce time) ในปลาสอดเพศเมียมีค่าเท่ากับ 3.40 – 6.52 นาที และระยะฟื้นตัว(Recovery time)มีค่าเท่ากับ 0.16 – 0.28 นาที ส่วนระยะเวลาเหนี่ยวนำให้เกิดการสลบ(Induce time) ในปลาสอดเพศผู้มีค่าเท่ากับ 3.38 – 6.19 นาที และระยะฟื้นตัว(Recovery time)มีค่าเท่ากับ 0.13 – 0.27 นาที โดยระยะเวลาเหนี่ยวนำให้เกิดการสลบนั้นจะแปรผกผันตามความเข้มข้น และเมื่อนำปลาสอดมาเลี้ยงต่อเป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าปลาสอดเพศเมียและปลาสอดเพศผู้ที่ได้รับ benzocaine ที่ระดับความเข้มข้น 20 – 23 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ดร.ปวีณา ทวีกิจการ ที่คอยให้คำปรึกษาชี้แนะแก้ไขข้อบกพร่องทำให้การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ผ่านลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบพระคุณอาจารย์ในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านที่คอยอบรมสั่งสอนจนข้าพเจ้าประสบความสำเร็จ ขอขอบคุณนายนิธิดล ขวรางกูร นางสาวนภาพร นุ่นแก้ว และนางสาวอภิรดี ทิพย์เที่ยงแท้ ที่อยู่เป็นเพื่อนดึกดื่นและช่วยเหลือตลอดเวลาที่ทำการทดลองจนสำเร็จลุล่วงมาด้วยดี และขอขอบคุณบรรดาเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้เสมอมา ขอขอบคุณพี่ๆ เจ้าหน้าที่ของภาควิชาทุกๆ ท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเบิกยืมอุปกรณ์และสารเคมี รวมทั้งคอยให้คำแนะนำในเรื่องการใช้อุปกรณ์และสารเคมี สุดท้ายนี้ขอขอบคุณคุณพ่อและคุณแม่ที่คอยเป็นกำลังใจไม่ให้เกิดความท้อแท้และอุปถัมภ์ในเรื่องทุนทรัพย์จนกระทั่งข้าพเจ้าประสบความสำเร็จในการศึกษา

นางสาวอรทัย กุดแถลง

เดือนพฤษภาคม 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	VI
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการทดลองและวิจารณ์	14
สรุป	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงค่า LC_{50} ของ benzocaine ในปลาชนิดต่างๆ	8
2	ความเข้มข้นของ benzocaine และระยะเวลาที่ทำให้ปลาสลบในระยะต่างๆ	9
3	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของปลาสอดในการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	15
4	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ(องศาเซลเซียส) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	17
5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจน(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	19
6	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	21
7	การเปลี่ยนแปลงค่าคาร์บอนไดออกไซด์(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	22
8	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด(total ammonia) (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	24
9	การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้าง(hardness) (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	25
10	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่าง(Alkalinity) (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาที่ชักนำให้ปลาเริ่มสลบ (induce time)และระยะเวลาในการฟื้นตัว(recovery time) ระหว่างปลาสอดเพศเมียและเพศผู้	29
12	จำนวนปลาสอดที่สลบในระยะที่ 1 (sedation) ในเวลา 60 ชั่วโมง โดยใช้ยาสลบ benzocaine และอัตราการรอด (%) เมื่อสิ้นสุดการทดลองและเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์	30

ตารางผนวกที่		หน้า
1	การวิเคราะห์ค่า LC_{50} ของ benzocaine ในปลาสอด	39
2	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ(องศาเซลเซียส) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	41
3	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจน(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	42
4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในเวลา 60 ชั่วโมง	43
5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด(total ammonia) (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	44
6	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอด ภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
7	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่าง(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	46
8	การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้าง(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	47
9	อาการปลาสอดเพศผู้เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง	48
10	อาการปลาสอดเพศเมียเมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง	48
11	อาการปลาสอดเพศผู้เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 21 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง	49
12	อาการปลาสอดเพศเมียเมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 21 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง	49
13	อาการปลาสอดเพศผู้เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 22 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง	50
14	อาการปลาสอดเพศเมียเมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 22 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง	50
15	อาการปลาสอดเพศผู้เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 23 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง	51
16	อาการปลาสอดเพศเมียเมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 23 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง	51
17	อาการปลาสอดเพศผู้เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 24 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง	52
18	อาการปลาสอดเพศเมียเมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 24 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
19	อาการปลาสอดเพศผู้เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง	53
20	อาการปลาสอดเพศเมียเมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง	53
21	ระยะเวลาที่ปลาสอดเริ่มสลบ(induce time) และฟื้นตัว(recovery time) เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในเวลา 60 ชั่วโมง	54
22	ระยะเวลาที่ปลาสอดเริ่มสลบ(induce time) และฟื้นตัว(recovery time) เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในเวลา 60 ชั่วโมง	55
23	ระยะเวลาที่ปลาสอดเริ่มสลบ(induce time) และฟื้นตัว(recovery time) เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 22 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในเวลา 60 ชั่วโมง	56
24	ระยะเวลาที่ปลาสอดเริ่มสลบ(induce time) และฟื้นตัว(recovery time) เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 23 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในเวลา 60 ชั่วโมง	57
25	ระยะเวลาที่ปลาสอดเริ่มสลบ(induce time) และฟื้นตัว(recovery time) เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 24 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในเวลา 60 ชั่วโมง	58
26	ระยะเวลาที่ปลาสอดเริ่มสลบ(induce time) และฟื้นตัว(recovery time) เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในเวลา 60 ชั่วโมง	59
27	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของปลาสอด ในการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลัน(LC_{50}) ของ benzocaine ในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างทางเคมีของ benzocaine	7
2	ค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ที่เวลา 60 ชั่วโมงของ benzocaine ในปลาสอด	16
3	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	18
4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจน(มิลลิกรัมต่อลิตร)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	19
5	การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	21
6	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์(มิลลิกรัมต่อลิตร)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	23
7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด(total ammonia)(มิลลิกรัมต่อลิตร)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	24
8	การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้าง(hardness)(มิลลิกรัมต่อลิตร)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	26
9	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่าง(Alkalinity)(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปัจจุบันปลาสวยงามในประเทศไทยกำลังเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศและยังส่งไปขายต่างประเทศ สร้างรายได้และนำเงินตราเข้าประเทศจำนวนมาก ซึ่งชนิดของปลาที่นิยมนำมาเลี้ยงเป็นปลาสวยงามนั้นเป็นปลาน้ำจืดเขตร้อนมีอยู่มากถึง 2000 ชนิด เช่น ปลากัด, ปลาหางนกยูง, ปลาทรงเครื่อง เป็นต้น แต่การขนส่งปลาจากสถานที่เลี้ยงหรือแหล่งรวบรวมพันธุ์ปลาไปยังตลาดหรือแหล่งรับซื้อที่ต้องการนั้นบางครั้งใช้เวลาเดินทางหลายชั่วโมง เนื่องจากระยะทางจากแหล่งที่อยู่อาศัยนั้นไกลจากตลาดที่ต้องการจึงทำให้เกิดผลเสียหลายอย่างคือ ปลานั้นเกิดความเครียดจากการลำเลียงขนส่งซึ่งต้องอยู่ในถุงพลาสติกที่มีปริมาณออกซิเจนอยู่อย่างจำกัด รวมทั้งปริมาณแอมโมเนียและก๊าซคาร์บอนไซด์ออกไซด์ที่ปลาขับออกมาในระหว่างการขนส่งทำให้คุณภาพน้ำในถุงพลาสติกที่บรรจุปลาเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจเป็นพิษต่อปลาและส่งผลทำให้ปลาเกิดความเครียดหรืออ่อนแอ เกิดการติดเชื้อและอาจตายได้หลังจากการขนส่ง ทำให้ปลาไม่ได้มาตรฐานตามความต้องการของตลาดและส่งผลทำให้ขายปลาได้ในราคาที่น้อยลง จึงมีการปรับปรุงวิธีการขนส่งโดยนำยาสลบมาใช้เพื่อช่วยในการขนส่ง โดยการใช้ยาสลบปลานั้นจะทำให้ปลามีการเคลื่อนไหวช้าลง หรือทำให้ปลาสงบลงและไม่มีการตอบโต้ต่อสิ่งกระตุ้นจากภายนอกซึ่งเป็นผลดีคือ ช่วยลดความบอบช้ำจากการกระแทกในระหว่างการขนส่ง การทำงานของอวัยวะและระบบต่างๆ ในร่างกายของปลาลดลง ช่วยลดเมตาบอลิซึมเพื่อให้ปลาขับถ่ายของเสียออกมาลดลง ซึ่งทำให้คุณภาพน้ำในถุงที่บรรจุปลายังอยู่ในสภาพที่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของปลาได้ นอกจากนี้การใช้ยาสลบยังสามารถช่วยลดต้นทุนในการขนส่งด้วย เพราะสามารถบรรจุปลาได้มากกว่าเดิมหลายเท่า มีการนำยาสลบมาใช้มากมายหลายชนิด ซึ่งได้แก่ heavy alcohol , ether , chloretone , brominated alcohols , barbiturates , chloral hydrete , urethan , quinaldine , tricaine methanesulfonate (MS-222) , Chlorbutanol และ benzocaine (Gilderhus and Marking, 1987 อ้างโดย Iversen, 2003) โดยยาสลบแต่ละชนิดแตกต่างกัน รวมทั้งราคาของยาสลบก็แตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีการศึกษาการใช้ยาสลบแต่ละชนิดให้เหมาะกับชนิดและขนาดของปลา รวมทั้งระยะเวลาในการขนส่ง โดยการใช้ยาสลบนั้นต้องพิจารณาถึงประสิทธิภาพของยาสลบแต่ละชนิด , ผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นหลังจากการใช้ยาสลบ รวมทั้งค่าใช้จ่ายเพื่อให้เหมาะกับต้นทุนที่มีอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1.ศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ที่ทำให้ปลาสอดตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 60 ชั่วโมง

2. ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ benzocaine ที่ทำให้ปลาสอดสลบอยู่ในระยะ sedation ภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.เป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้ benzocaine ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อการขนส่งปลาสอด

2.เป็นแนวทางศึกษาการใช้ยาสลบ benzocaine ในการขนส่งปลาชนิดต่างๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ปัจจุบันนี้วิธีการขนส่งสัตว์น้ำโดยใช้ยาสลบช่วยเป็นวิธีที่ดีมากวิธีหนึ่งและเป็นนิยมใช้ในต่างประเทศ เนื่องจากสัตว์น้ำที่ขนส่งโดยวิธีนี้จะยังคงแข็งแรงดีเหมือนเดิม ร่างกายไม่บอบช้ำหรือมีบาดแผลใดๆ ในระหว่างการขนส่งลำเลียงตลอดจนการขนส่งขนย้ายก็ทำได้ง่ายไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ที่ยุ่งยากซับซ้อน และข้อสำคัญคือสามารถจะลำเลียงได้ในปริมาณที่มากกว่าสภาพปกติ 2 – 3 เท่า สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากขณะที่สัตว์น้ำอยู่ในอาการสลบจะไม่มีปฏิกิริยาโต้ตอบกับสิ่งกระตุ้นใดๆ จากภายนอก (McFarland, 1959) ขบวนการทำงานของอวัยวะและระบบต่างๆ ในร่างกายลดลงซึ่งมีผลทำให้ความต้องการออกซิเจนและอัตราการขับถ่ายของเสียออกนอกร่างกายลดน้อยลงด้วย

ยาสลบชนิดต่างๆ มีคุณสมบัติเฉพาะตัวแตกต่างกัน เช่น ความรุนแรงที่มีต่อปลา , ระยะเวลาที่ทำให้เกิดการสลบ , ความสะดวกในการใช้ , ความปลอดภัยต่อปลาและคน ตลอดจนราคาก็แตกต่างกัน รวมทั้งความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในกิจการต่างๆ ทางการประมง เช่น การชั่งน้ำหนักปลา การทำเครื่องหมาย การผ่าตัด และการขนส่งก็แตกต่างกันด้วย แต่ก็มีหลักในการพิจารณาความเหมาะสมขั้นพื้นฐานของยาสลบที่จะนำไปใช้ในกิจการต่างๆ ทางการประมงดังนี้ (ทัศนัย, 2526)

1.สามารถละลายน้ำได้

2.ความเข้มข้นของยาสลบที่เหมาะสมที่จะใช้ขนส่งควรจะต่ำ เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย

3.ช่วงเวลาที่ทำให้เกิดการสลบ และทำให้ฟื้นตัวควรใช้เวลาสั้น

4.ปลาสามารถอยู่ในสารละลายของยาสลบนั้นที่ความเข้มข้นต่ำๆ ได้โดยปลอดภัย แม้ว่าจะแช่อยู่เป็นเวลาหลายชั่วโมง

5.หลังจากใช้ยาสลบชนิดนั้นๆ ต่อปลาแล้ว ไม่ก่อให้เกิดผลเสียใดๆ ตามมา (side effects)

6.ระดับความเข้มข้นของยาสลบที่ทำให้ถึงตายควรจะสูงกว่าระดับความเข้มข้นที่ทำให้สลบ เพื่อปลาจะได้ไม่เกิดการตาย เมื่อเกิดการผิดพลาดในกรณีที่ความเข้มข้นที่ใช้เกินระดับที่เหมาะสมในขณะการขนส่งเป็นเวลานานๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ยาสลบทางด้านการประมง สามารถแบ่งได้ 2 กรณี คือ

1.operation procedure เป็นการใช้ยาสลบในการทดลอง ผ่าตัดทำเครื่องหมาย และการชั่งน้ำหนักเป็นต้น การสลบปลาเพื่อใช้ในการเหล่านี้จำเป็นต้องทำให้ปลาสลบลึกถึงระยะที่ 4 (total loss of equilibrium) เป็นต้น

2.transportation procedures เป็นการใช้ยาสลบเพื่อการขนส่งสัตว์น้ำต่างๆ ทั้งที่เป็นอาหารและที่เลี้ยงไว้เพื่อความสวยงาม การสลบเพื่อใช้ในการขนส่งนี้มักทำให้สลบถึงระยะ sedation เท่านั้น เพื่อต้องการระงับการตอบสนองจากสิ่งเร้าภายนอกโดยไม่ทำให้ปลาเสียสมดุลย์ และได้มีผู้ศึกษาพบว่า จะช่วยลดปริมาณการใช้ออกซิเจนของปลาและของเสียของปลาแต่ละตัวที่ปล่อยออกมา

ระยะการสลบ

จากผลการศึกษาของ Bowser (2001) ได้แบ่งระยะการสลบในการใช้ยาสลบปลาดังนี้

ระยะเริ่มต้น Normal เป็นระยะที่ปลาสามารถตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นได้ อัตราการขยับแผ่นปิดเหงือกและการทำงานของกล้ามเนื้อปกติ

ระยะที่ 1 Light sedation เป็นระยะที่ปลาสูญเสียการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นภายนอกไปบ้างเล็กน้อยและอัตราการขยับแผ่นปิดเหงือกลดลง สมดุลปกติ

ระยะที่ 2 Deep sedation เป็นระยะที่ปลาสูญเสียการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นภายนอกบางส่วน แต่มีการตอบสนอง เมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งภายนอกแรงๆ อัตราการขยับแผ่นปิดเหงือกลดลง สมดุลปกติ

ระยะที่ 3 Partial loss of equilibrium เป็นระยะที่ปลาสูญเสียความสมบูรณ์ของกล้ามเนื้อบางส่วน การว่ายน้ำไม่สม่ำเสมอ อัตราการขยับแผ่นปิดเหงือกเพิ่มขึ้น มีการตอบสนองเมื่อมีการกระตุ้นโดยการสัมผัสและการสั่นอย่างแรงเท่านั้น

ระยะที่ 4 Total loss of equilibrium เป็นระยะที่ปลาสูญเสียความสมบูรณ์ของกล้ามเนื้อและสมดุล อัตราการขยับแผ่นปิดเหงือกช้าแต่สม่ำเสมอ สูญเสียการตอบสนองของกระดูกสันหลัง

ระยะที่ 5 Loss of reflex reactivity เป็นระยะที่ปลาสูญเสียการตอบสนอง อัตราการขยับแผ่นปิดเหงือกช้าและไม่สม่ำเสมอ อัตราการเต้นของหัวใจต่ำ

ระยะที่ 6 Medullary collapse เป็นระยะที่แผ่นปิดเหงือกของปลาไม่ขยับและหัวใจหยุดเต้นอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการตอบสนองของปลา

โดยทั่วไปการตอบสนองการสลบของสัตว์น้ำนั้น มีหลายปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของยาสลบ ซึ่งสามารถแบ่งได้อย่างกว้างๆ เป็น 2 ปัจจัย คือ (Ross and Ross, 1985)

1.ปัจจัยทางชีวภาพ ซึ่งมีผลต่ออัตราเมตาบอลิค ได้แก่

- ชนิดของสัตว์น้ำ
- ขนาดและน้ำหนักของสัตว์น้ำ
- ปริมาณไขมันในร่างกายของสัตว์น้ำ
- เพศและอายุของสัตว์น้ำ
- สภาพร่างกายของสัตว์น้ำ
- สภาวะการเป็นโรค

2.ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ได้แก่

- อุณหภูมิ
- ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง
- ความเค็ม
- แร่ธาตุในธรรมชาติ

นอกจากนี้ความเครียดจากการลำเลียงขนส่งยังมีความสัมพันธ์กับการปล่อย cortisol ซึ่งจะไปยับยั้งการสร้างภูมิคุ้มกันโรค (Ellis, 1981; Fries,1986; Pickering,1989; Maule *et al.*, 1993; Einarsdottir *et al.*, 2000 อ้างโดย Iversen *et al.*, 2003) และมีผลต่อการทนต่อความเค็ม (Redding and Schreck, 1983 อ้างโดย Iversen *et al.*, 2003) และลักษณะการอพยพย้ายถิ่น (Specker and Scherck, 1980 อ้างโดย Iversen *et al.*, 2003) ด้วยเหตุนี้ยาสลบจึงมีประโยชน์ในการช่วยลดความเครียดของปลา

ประโยชน์ของการใช้ยาสลบ (จงจินต์, 2508)

ยาสลบมีประโยชน์ในแง่การขนส่งปลา สรุปได้ดังนี้

1.ช่วยผ่อนเบาการเมตาบอลิซึม ซึ่งทำให้การทำลาย (Catabolism) ช้าลง

2.ทำให้ปลาต้องการออกซิเจนน้อยลง และลดปริมาณน้ำที่ใช้ขนส่งน้อยลง Leitritz (1959) อ้างโดย จงจินต์ (2508) พบว่า การขนส่งปลาโดยใช้ยาสลบจะช่วยให้ลดน้ำที่ใช้ลงได้ถึง 1/3 –1/4 ส่วนซึ่งทำให้ทุ่นค่าใช้จ่าย และสิ่งสำคัญที่สุดก็คือทำให้ปลาทนอยู่ในที่ๆ มีอุณหภูมิสูงได้

3.ลดกิริยาอาการเคลื่อนไหวต่างๆ ของปลาให้ช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ยาสลบบางชนิดเป็นยาบำบัดโรคได้ และบางชนิดเป็นพวกทำลายเชื้อโรค Sehdev *et al.* (1964) อ้างโดย จงจินต์ (2508) พบว่า 2-Phenoxyethanol มีคุณสมบัติช่วยบำบัดโรคและป้องกันโรคติดต่อในปลา

การเลือกใช้ยาสลบควรพิจารณาดังนี้ (Cho and Heath,2000 อ้างโดย Iversen *et al.*, 2003)

1.หาง่าย

2.ราคาและประสิทธิภาพของยาสลบ

3.ความสะดวกในการใช้

4.ลักษณะของการศึกษา

5.ปลอดภัยต่อผู้ใช้

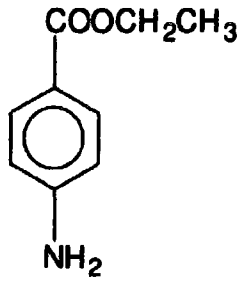
ยาสลบมีหลายชนิดควรเลือกใช้ยาลบที่มีลักษณะช่วยลดความเครียด ซึ่งไม่ไปการทำงานของแกนสมองส่วน hypothalamus – pituitary – interenal (HPI) ทำให้ปลาไม่สามารถตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น (Olsen *et al.*, 1995; Keene *et al.*, 1998 อ้างโดย Iversen *et al.*, 2003)

ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของ benzocaine

benzocaine มีลักษณะเป็นผงสีขาว มีน้ำหนักโมเลกุล 165.2 ละลายน้ำได้เล็กน้อย มีด้วยกัน 2 รูปแบบคือ Crystalline salt ซึ่งสามารถละลายได้ในน้ำ 0.4 กรัมต่อลิตร และรูป Free base form ซึ่งต้องละลายใน ethyl alcohol (ethyl alcohol 95% สามารถละลายได้ 1 กรัมต่อ 10 มิลลิลิตร) ก่อนนำไปใช้ hydrochioride คือรูปที่ละลายน้ำได้ดี และใช้เป็นส่วนผสมของยาในทางการแพทย์ (Hseu *et al.*, 1998) benzocaine มีชื่อเรียกซึ่งเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปได้แก่ ethyl aminobenzoate, ρ - aminobenzoic acid ethyl ester , ethyl ρ - aminobenzoate ซึ่งชื่อเหล่านี้เป็นชื่อทางการค้าของ benzocaine (Merck and company, 1969 อ้างโดย เทิดศักดิ์, 2544) และยานี้มีการใช้ในมนุษย์และสัตว์โดย benzocaine ที่ใช้ในมนุษย์ส่วนใหญ่เพื่อบรรเทาความเจ็บปวด อาการคันจากแมลงกัดต่อย ใช้ผสมครีมรักษาอาการถูกแดดเผา (โดยมีส่วนประกอบของ benzocaine 20 เปอร์เซ็นต์) และใช้เป็นยารักษาริดสีดวง นอกจากนี้ยังนำมาใช้เป็นยาสลบ

โครงสร้างของ benzocaine คือ ethyl ester aminobenzoic acid ที่มี amino group ในตำแหน่ง para – substituted ดังภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของ benzocaine
ที่มา : Suwalsky *et al.*(2004)

ลักษณะโครงสร้างของ benzocaine คล้ายกับ MS – 222 benzocaine แตกต่างจาก MS – 222 คือ benzocaine ไม่ละลายในน้ำได้น้อยมาก(Summerfelt and Smith, 1990 อ้างโดย Hseu *et al.*, 1998) แต่ภายใต้หลักเกณฑ์ที่แน่นอนนั้น benzocaine เหมาะสมกว่า MS –222 ตัวอย่างเช่น ปลา striped bass จะมีความไวต่อ MS –222 มาก แต่สามารถทำให้สลบโดยใช้ benzocaine ที่ความเข้มข้น 55 –80 มิลลิกรัมต่อลิตร (Gilderhus *et al.*, 1991 อ้างโดย Hseu *et al.*, 1998) McErlean and Kennedy (1968) อ้างโดย Hseu *et al.*, (1998) พบว่า การใช้ benzocaine ทำให้ปลา white perch สลบเร็วกว่าการใช้ MS –222 ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า Hseu *et al.*(1995) ทำการทดลองใช้ benzocaine .ในการสลบปลา goldlined seabream พบว่าต้องใช้ปริมาณ benzocaine 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีปริมาณเป็นครึ่งหนึ่งของ MS – 222

การใช้ benzocaine เป็นยาสลบ

Hseu *et al.*(1995) กล่าวว่า benzocaine มีความปลอดภัยในการใช้แม้ว่าจะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่ออยู่ในอุณหภูมิที่สูงขึ้น น้ำกระด้างหรือความเป็นกรดเป็นด่างไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของ Benzocaine

Iversen *et al.* (2003) ได้ทดลองใช้ benzocaine ในลูกปลา Atlantic salmon พบว่า benzocaine ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเวลาที่ 0 นาทีจะทำให้ระดับ plasma cortisol มีปริมาณตั้งแต่ 43(±12) nmol/l เมื่อเวลาผ่านไประดับ plasma cortisol จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเทียบกับกลุ่ม control (ไม่ใส่ยาสลบ)พบว่า ระดับ plasma cortisol สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อเวลาผ่านไปจนกระทั่งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 325±35 nmol/l ซึ่งระดับ plasma cortisol ในกลุ่ม control จะสูงกว่าระดับ plasma cortisol ในกลุ่มที่ใส่ยาสลบ benzocaine ที่เวลา 10, 20, 30 นาที และ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ benzocaine จะไม่ไปขัดขวางการเพิ่มขึ้นของระดับ plasma cortisol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Allen *et al.*(1994) อ้างโดย อรุณี และคณะ (2542) รายงานว่า benzocaine เป็นยาสลบที่มีประสิทธิภาพสำหรับปลา และการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะเพิ่มการละลายได้จาก 409 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 5 องศาเซลเซียส ถึง 1,118 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 30 องศาเซลเซียส

Arino and Sen (1994) อ้างโดย อรุณี และคณะ (2542) ทดลอง benzocaine กับปลา gillhead seabream โดยใช้ benzocaine 57 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 2 – 3 วัน พบว่าปลาจะตายหลังจากการทดลองแล้ว 20 ชั่วโมง

Ortuno *et al.* (2002) ทดลองใช้ benzocaine กับปลา gillhead seabream พบว่า benzocaine มีผลต่อระบบการทำงานของปลา เช่น ทำให้ระดับกลูโคสในเลือดมากกว่าปกติและระดับ lactate เพิ่มขึ้นอีกด้วย

ตารางที่ 1 แสดงค่า LC_{50} ของ benzocaine ในปลาชนิดต่างๆ

ชนิดของปลา	ค่า LC_{50} (mg/l)	ระยะเวลาในการทดลอง (ชั่วโมง)	เอกสารอ้างอิง
ลูกปลานิล	38.38 (35.96 - 40.86)	24	Sommani and
	29.92 (25.40 - 38.25)	48	Siridanupatra (2001)
	27.13 (21.88 - 33.64)	72	
	22.82 (16.43 - 31.70)	96	
ปลากัด	212 (210.11 - 213.91)	24	อรุณี และคณะ (2542)
	202 (199.21 - 204.83)	48	
	202 (199.21 - 204.83)	72	
	202 (199.21 - 204.83)	96	
ปลาหางนกยูง	39.5 (38.42 - 40.60)	48	เทิดศักดิ์ (2544)
ลูกปลา	66.25 (63.62 - 68.99)	24	อรุณี และจุฑามาศ (2543)
นวลจันทร์ทะเล	30.82 (29.60 - 32.09)	48	
	20.53 (19.72 - 21.38)	72	
	17.22 (16.54 - 17.93)	96	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของ benzocaine และระยะเวลาที่ทำให้ปลาสลบในระยะต่างๆ

ชนิดของปลา	ความเข้มข้นของ benzocaine (mg/l)	ระยะสลบ	ระยะเวลาที่ปลาเริ่มสลบ (นาที)	เอกสารอ้างอิง
ลูกปลานวลจันทร์ทะเล	18 -22	1 (24 ช.ม.)	-	Sommani *et al.* (1997)
ลูกปลานิล	15	1 (24 ช.ม.)	-	Sommani and Siridanupatra (2001)
ปลากัด	80 - 85	1 (48 ช.ม.)	-	อรุณี และคณะ (2542)
ปลา carp	100	3	2.6	Dawson and Gilderhus (1979)
ลูกปลา Atlantic salmon	30 - 100	5	17.4 -3	Iversen *et al.* (2003)
	50	4	3.3	
	50	5	4.05	
ปลา cod	50	4	2	Mattson and Ripple (1989)
	50	5	3	
ปลา rainbow trout	35	3,4	3	Gilderhus and Marking (1987)
ปลาชนิดอื่นๆ	80 - 200	-	-	Dawson and Gilderhus (1979)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ปลาสอดเพศผู้ ความยาวเฉลี่ย 5.7±0.05 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 1.3±0.01 กรัม ปลาสอดเพศเมีย ความยาวเฉลี่ย 4.3±0.03 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 1.3±0.02 กรัม
2. โหลแก้วขนาด 10 ลิตร
3. ถังพลาสติกขนาด 100 ลิตร
4. บีกเกอร์พลาสติกขนาด 2 และ 5 ลิตร
5. อุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
6. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)
7. เครื่องวัดปริมาณออกซิเจน (DO meter YSI 550)
8. Spectrophotometer MILTON ROY รุ่น Spectonic 20D
9. เครื่องชั่งน้ำหนัก รุ่น AG 204
10. สวิงตักปลาขนาดเล็กและขนาดกลาง
11. ยาสลบ benzocaine ของบริษัท sigma

วิธีการ

แผนการทดลอง

การทดลองที่ 1 หาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ที่ทำให้ปลาสอดตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) ภายในเวลา 60 ชั่วโมง ตามวิธีของ Litchficeld & Wilcoxon (1949) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดสมบูรณ์ (CRD) โดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว

การทดลองที่ 2 หาความเข้มข้นของ benzocaine ที่เหมาะสมที่จะใช้สลบปลาสอดให้อยู่ในระยะ sedation โดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ ๆ ละ 1 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดสมบูรณ์ (CRD)

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมการทดลอง

1.1 การเตรียมสัตว์ทดลอง โดยนำปลาสอดเพศผู้ขนาดความยาวเฉลี่ย 5.7±0.05 เซนติเมตรน้ำหนักเฉลี่ย 1.3±0.01 กรัม และปลาสอดเพศเมียขนาดความยาวเฉลี่ย 4.3±0.03 เซนติเมตรน้ำหนักเฉลี่ย 1.3±0.02 กรัม โดยเลี้ยงไว้ในบ่อซีเมนต์ขนาด 95 X 95 X 95 เซนติเมตร โดยก่อนนำลงบ่อซีเมนต์จะนำปลาไปจุ่มด่างทับทิมความเข้มข้น 8 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียในตัวปลา และแช่ด่างทับทิมความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 วัน โดยเปลี่ยนถ่ายน้ำ 2 วันต่อครั้ง นำมาเลี้ยงอย่างน้อยเป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อปรับสภาพปลาสอดให้ชินกับสถานที่ทดลอง ให้อาหารสำเร็จรูปวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น และก่อนนำปลาไปทดลองควรงดอาหาร 2 วันก่อนการทดลอง

1.2 การเตรียมน้ำเพื่อใช้ทดลอง พักน้ำประปาไว้ในบ่อขนาด 95 X 95 X 95 เซนติเมตร และทำการปรับความเค็มด้วยเกลือแกงที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีการให้อากาศตลอดเวลา พักไว้อย่างน้อย 2 วันก่อนนำไปใช้ในการทดลองเพื่อกำจัดคลอรีนที่มีอยู่ในน้ำ

1.3 ภาชนะทดลองใช้โหลขนาด 10 ลิตร บรรจุน้ำ 8 ลิตร จำนวน 21 โหล

1.4 การเตรียมยาสลบที่ใช้ในการทดลอง โดยคำนวณยาสลบที่ใช้ในแต่ละความเข้มข้นในปริมาตรน้ำ 8 ลิตร ซึ่ง benzocaine จะต้องนำมาละลายใน 95% ethyl alcohol ก่อนแล้วจึงนำมาผสมลงในน้ำที่เตรียมไว้ในถัง คนให้เข้ากัน แล้วจึงใช้บีกเกอร์ตวงน้ำใส่ลงในภาชนะที่ต้องการใช้ในการทดลองในแต่ละซ้ำ ทั้งนี้เพื่อต้องการให้น้ำในแต่ละกลุ่มการทดลองหนึ่ง ๆ มีความเข้มข้นที่เท่ากัน

2. วิธีดำเนินการทดลอง

2.1 การทดลองที่ 1 หาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ที่ทำให้ปลาตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) ภายในเวลา 60 ชั่วโมง ตามวิธีของ Litchficeld & Wilcoxon (1949) โดยทดลองในโหลขนาด 10 ลิตร บรรจุน้ำ 8 ลิตร แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

2.1.1 Preliminary test เป็นการทดลองในช่วงกว้างเพื่อหาความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้ปลาตาย 100 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นสูงสุดที่ทำให้ปลารอด 100 เปอร์เซ็นต์ โดยประมาณความเข้มข้นที่ทำการศึกษาจากการทดลองก่อนหน้านี้ โดยแปรระดับความเข้มข้นออกเป็น 5 ระดับพร้อมกลุ่มควบคุมที่ไม่ใส่ยาสลบ ทดลองความเข้มข้นละ 2 ซ้ำ เตรียมน้ำกลุ่มการทดลองละ 17 ลิตร ใส่ยาสลบลงไปในแต่ละกลุ่มการทดลองแล้วตวงน้ำ 8 ลิตรใส่ในโหลแก้วขนาด 10 ลิตร ความเข้มข้นละ 2 โหล ใส่ปลาสอดโหลละ 10 ตัว โดยตู้หนึ่งจะมีปลาเพศผู้ 5 ตัว และมีปลาเพศเมีย 5 ตัว สังเกต, บันทึกอาการปลาและนับจำนวนปลาตายหลังจากใส่ยาสลบลงไปในน้ำที่เวลา 10 , 20 , 30 นาที 1 , 6 , 12 ,24 , 36 , 48 และ 60 ชั่วโมง เมื่อพบปลาตายจะทำการตักทิ้งทันที ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนใส่ยาสลบและหลังใส่ยาสลบที่เวลา 0 และ 60 ชั่วโมง ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO), ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), อุณหภูมิ (Temperature), แอมโมเนียรวม (Total Ammonia), ความกระด้าง (Hardness) และความเป็นด่าง (Alkalinity) เมื่อครบ 60 ชั่วโมง นำปลาที่เหลือมาหาระยะฟื้นตัว (Recovery time) โดยนำปลาใส่ในน้ำที่สะอาดที่มีการให้อากาศตลอดเวลา สังเกตดูเวลาที่ทำให้ปลากลับสู่สภาพว่ายน้ำตามปกติ และจดบันทึกเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 Full scale test ทำการทดลอง 6 ระดับความเข้มข้น โดยนำความเข้มข้นที่ทดลองได้จาก Preliminary test 2 ความเข้มข้น คือ ความเข้มข้นที่มากที่สุดที่ทำให้ปลารอด 100 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นที่น้อยที่สุดที่ทำให้ปลารอด 100 เปอร์เซ็นต์ มาคำนวณหาความเข้มข้นที่จะทำการทดลอง 6 ระดับความเข้มข้นพร้อมทั้งกลุ่มควบคุมที่ไม่ใส่ยาสลบความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและสังเกตอาการปลาเช่นเดียวกับการทดลองขั้นต้น

2.2 การทดลองที่ 2 หาช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมของ benzocaine ที่ใช้ในการขนส่งปลาสอดที่ทำให้ปลาสลบอยู่ในระยะ sedation โดยลดจากความเข้มข้นที่ทำให้ปลารอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลอง Full scale test ลงมาจนถึงความเข้มข้นที่ไม่ทำให้ปลาสลบ ทำการทดลองหาความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ ในขวดพลาสติกขนาด 1 ลิตร เตรียมน้ำกลุ่มการทดลองละ 9 ลิตร ใส่ยาสลบตามปริมาณที่ต้องการของแต่ละความเข้มข้น ใช้บีกเกอร์ตวงน้ำ 800 มิลลิลิตร ใส่ในขวดพลาสติก ใส่ปลาขวดละ 1 ตัว จับเวลาตั้งแต่เริ่มใส่ปลาจนปลาสลบ (Induce time) สังเกตและบันทึกอาการปลาขณะสลบที่เวลา 10 , 20 , 30 นาที 1 , 6 , 12 , 24 , 36 , 48 และ 60 ชั่วโมง วิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนใส่ยาสลบและหลังใส่ยาสลบที่เวลา 1 , 6 , 12 , 24 , 36 ,48 และ 60 ชั่วโมง ซึ่งคุณภาพน้ำที่วิเคราะห์ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO), ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), อุณหภูมิ (Temperature) เมื่อครบ 60 ชั่วโมง นำปลาไปปล่อยไว้ในน้ำที่ปราศจากยาสลบเพื่อหาระยะฟื้นตัว (Recovery time) สังเกตดูเวลาที่ทำให้ปลากลับสู่สภาพว่ายน้ำตามปกติ และจดบันทึกเวลา นำปลาไปเลี้ยงต่อในบ่อซีเมนต์ขนาด 95 X 95 X 95 เซนติเมตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์ในน้ำที่ปราศจากยาสลบ โดยให้อาหารเม็ดลอยน้ำขนาดเล็กวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น เปลี่ยนถ่ายน้ำ 3 วันต่อ 1 ครั้ง เพื่อดูอัตราการตายของปลาหลังการทดลอง

การบันทึกข้อมูล

บันทึกอาการปลาและคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO), ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), อุณหภูมิ (Temperature), แอมโมเนียรวม (Total Ammonia), ความกระด้าง (Hardness) และความเป็นด่าง (Alkalinity) ก่อนใส่ยาสลบและหลังใส่ยาสลบที่เวลา 1 , 6 , 12 , 24 , 36 ,48 และ 60 ชั่วโมง แล้วบันทึกจำนวนปลาที่ตายภายใน 2 สัปดาห์เมื่อนำมาเลี้ยงต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ที่ทำให้ปลาสอดตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) ภายในเวลา 60 ชั่วโมง ตามวิธีของ Litchficeld & Wilcoxon (1949)และนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (One – Way Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan

สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองตั้งแต่เดือนมีนาคม 2548 ถึง เดือนเมษายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ที่ทำให้ปลาตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) ภายในเวลา 60 ชั่วโมง

จากการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดโดยศึกษาที่ 5 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 25 , 28 , 31 , 34 และ 38 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าระดับความเข้มข้นที่ทำให้ปลาสอดตาย 50 เปอร์เซ็นต์(LC_{50}) มีค่าเท่ากับ 32.5 (30.91 – 34.17) มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 2) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50})ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของ benzocaine ในปลาหางนกยูงเพศผู้ที่มีความยาวเฉลี่ย 3 - 4 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 39.50(38.42 – 40.60) มิลลิกรัมต่อลิตรในระยะเวลา 48 ชั่วโมง นอกจากนี้ อรุณี และจุฑามาศ(2543) ทำการทดลองในลูกปลานวลจันทร์ทะเล ที่มีความยาวเฉลี่ย 2.95 (2.6 – 3.3) เซนติเมตร พบว่าค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50})ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของ benzocaine มีค่าเท่ากับ 30.82 (29.60 – 32.09) มิลลิกรัมต่อลิตรในระยะเวลา 48 ชั่วโมง และมีค่าเท่ากับ 20.53 (19.72 – 21.38) มิลลิกรัมต่อลิตรในระยะเวลา 72 ชั่วโมง ส่วนในการทดลองของ Sommani and Siridanupatra (2001) พบว่าค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ของ benzocaine ในลูกปลานิล ที่มีความยาวเฉลี่ย 2.4 – 3.4 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 29.92 (25.40 – 38.25) มิลลิกรัมต่อลิตรในระยะเวลา 48 ชั่วโมง และมีค่าเท่ากับ 27.13 (21.88 – 33.64) มิลลิกรัมต่อลิตรในระยะเวลา 72 ชั่วโมง ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับยาสลบ MS – 222 พบว่าจากการทดลองของวรรณนิภา (2546) ในปลาหางนกยูงเพศผู้ขนาดยาวเฉลี่ย 3 - 4 เซนติเมตร มีค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50})ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของ MS -222 มีค่าเท่ากับ 94 (90.56 – 97.57) มิลลิกรัมต่อลิตร และในปลากัดเพศผู้ขนาดยาวเฉลี่ย 3 - 5 เซนติเมตรมีค่าเท่ากับ 42 (37.67 – 46.83) มิลลิกรัมต่อลิตรในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ซึ่งใช้ปริมาณมากกว่า benzocaine และถ้าเปรียบเทียบราคากันระหว่าง benzocaine กับ MS -222 แล้ว MS - 222 จะมีราคา 226.1 U.S. dollar ต่อ 250 กรัม ซึ่งแพงกว่า benzocaine ที่มีราคา 49.3 U.S. dollar ต่อ 500 กรัม (Hseu *et al* ., 1998) ลักษณะอาการจากการศึกษาที่ระดับความเข้มข้น 25 และ 28 มิลลิกรัมต่อลิตร ปลามีอาการว่ายน้ำทรงตัวปกติ และหลังจากนาทีที่ 10 ปลาจะเริ่มเคลื่อนที่ช้าลง และหลังจากชั่วโมงที่ 1 ปลาบางส่วนเคลื่อนที่เป็นครั้งคราวจนสิ้นสุดการทดลอง ที่ระดับความเข้มข้น 31 , 34 และ 38 มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะแรกปลามีอาการว่ายน้ำปกติ ทรงตัวได้ดี และเริ่มว่ายน้ำช้าลงหลังจาก 20 นาทีปลาบางส่วนเคลื่อนที่เป็นครั้งคราว หลังจากนั้นชั่วโมงที่ 1 ปลาบางส่วนแสดงอาการเสียสมดุลโดยว่ายน้ำตัวเอียง นอนตะแคง หงายท้อง หรือจมอยู่ก้นโหล จนสิ้นสุดการทดลอง โดยที่ความเข้มข้น 28 มิลลิกรัมต่อลิตร ปลาจะเริ่มตายที่ 36 ชั่วโมง ส่วนที่ความ

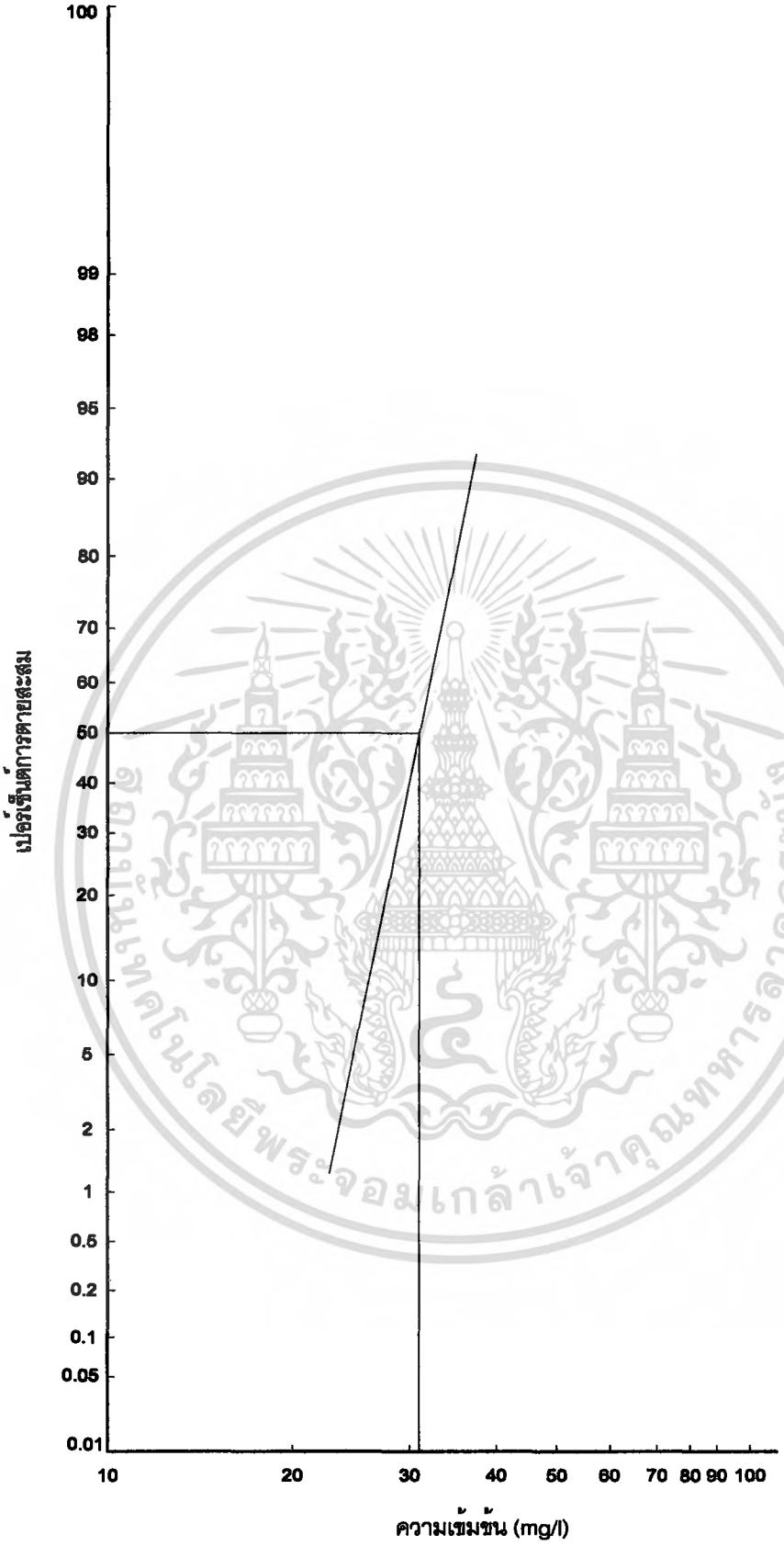
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้น 31 และ 34 มิลลิกรัมต่อลิตรจะพบว่ามีการตายที่ 24 ชั่วโมงเป็นส่วนใหญ่จนสิ้นสุดการทดลอง และที่ความเข้มข้น 38 มิลลิกรัมต่อลิตร ปลาจะเริ่มตายที่ 12 ชั่วโมง และส่วนใหญ่พบว่ามีการตายที่ 24 ชั่วโมงจนสิ้นสุดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้น 38 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีอัตราการตายสูงสุดมีค่า 100 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบอัตราการตายที่ระดับความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของปลาสอดในการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)						
(ppm)	1	6	12	24	36	48	60
0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	10.00	10.00	10.00	10.00
31	0	0	0	33.33	33.33	33.33	33.33
34	0	0	0	66.67	66.67	66.67	66.67
38	0	0	40.00	100.00	100.00	100.00	100.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ที่เวลา 60 ชั่วโมงของ benzocaine ในปลาสอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาคุณภาพน้ำ โดยคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ อุณหภูมิ , ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ , ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง , ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในน้ำ , ความกระด้างของน้ำ , ความเป็นด่างของน้ำ และปริมาณแอมโมเนียทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำตลอดการทดลองภายในเวลา 60 ชั่วโมง ผลการศึกษาคุณภาพน้ำพบว่า

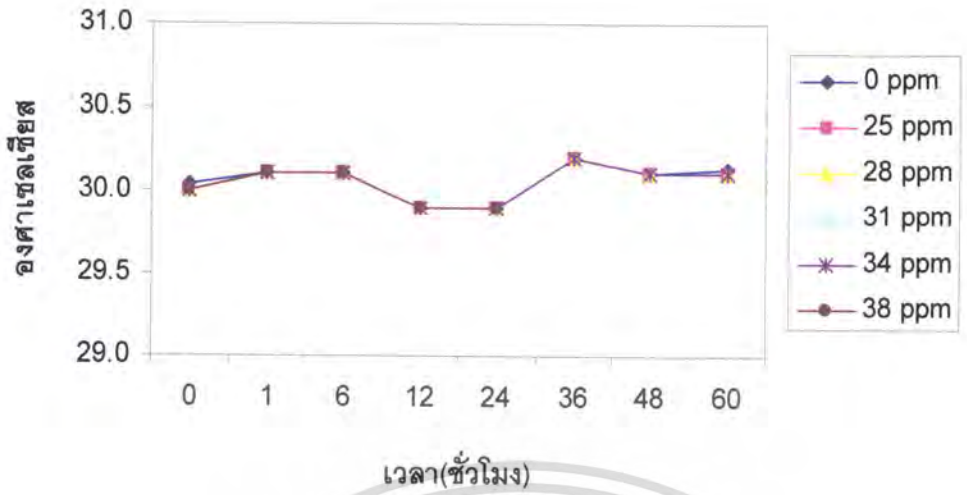
- อุณหภูมิ จากผลการทดลอง ก่อนการทดลองอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 30.3 องศาเซลเซียส ในระหว่างการทดลองตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองอุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 29.9 -30.3 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4, ภาพที่ 3) ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาสอดนั้นมีค่าอยู่ระหว่าง 22 -26 องศาเซลเซียส (เกรียงศักดิ์, 2531) แต่จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิไม่มีผลต่อการเลี้ยงปลา เนื่องจากได้นำปลาสอดมาเลี้ยงเพื่อปรับสภาพปลาสอดให้ชินกับสถานที่ทดลองก่อนนำปลาสอดมาทดลอง

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลัน ของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)								
(ppm)	ก่อนใส่ยาสลบ	เริ่มการทดลอง	1	6	12	24	36	48	60
0	30.3[a]	30.0[a]	30.1[a]	30.1[a]	29.9[a]	29.9[a]	30.2[a]	30.1[a]	30.1[a]
25	30.3[a]	30.0[a]	30.1[a]	30.1[a]	29.9[a]	29.9[a]	30.2[a]	30.1[a]	30.1[a]
28	30.3[a]	30.0[a]	30.1[a]	30.1[a]	29.9[a]	29.9[a]	30.2[a]	30.1[a]	30.1[a]
31	30.3[a]	30.0[a]	30.1[a]	30.1[a]	29.9[a]	29.9[a]	30.2[a]	30.1[a]	30.1[a]
34	30.3[a]	30.0[a]	30.1[a]	30.1[a]	29.9[a]	29.9[a]	30.2[a]	30.1[a]	30.1[a]
38	30.3[a]	30.0[a]	30.1[a]	30.1[a]	29.9[a]	29.9[a]	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

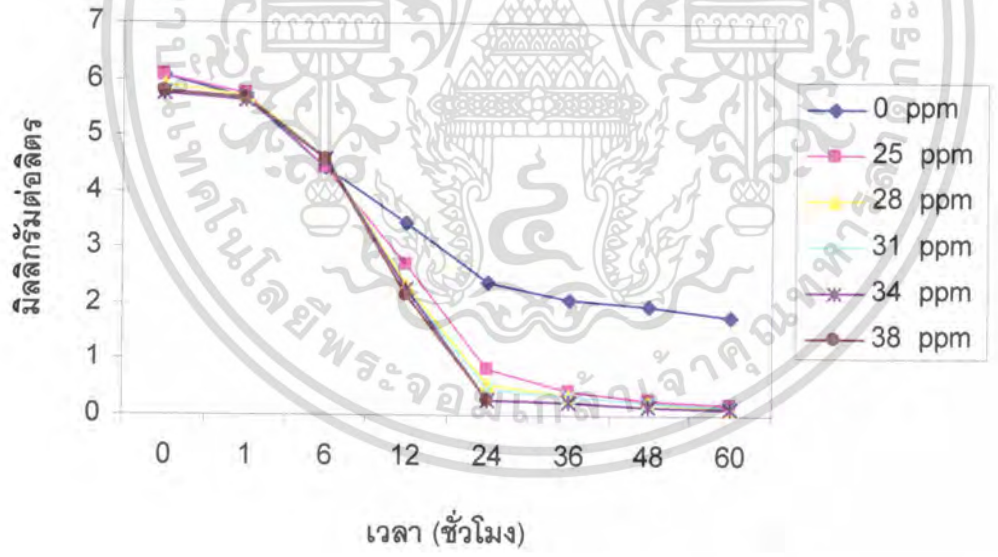
- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ก่อนใส่ยาสลบนั้นมีค่าออกซิเจนเท่ากับ 6.30 มิลลิกรัมต่อลิตร และในระหว่างการทดลองที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีค่าออกซิเจนลดน้อยลงจนสิ้นสุดการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนในชั่วโมงที่ 12 พบว่ากลุ่มการทดลองทุกระดับความเข้มข้นมีปริมาณออกซิเจนน้อยกว่ากลุ่มควบคุมเนื่องจากในชั่วโมงที่ 12 พบว่าระดับความเข้มข้นที่ 25, 28 และ 31มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 5, ภาพที่ 4)ปลาสอดมีอัตราการหายใจช้า แต่แผ่นปิดเหงือกขยายกว้างกว่าปลาในกลุ่มควบคุม แสดงว่าเมื่อปลาได้รับ benzacaine จะมีผลต่ออัตราการหายใจทำให้มีความต้องการออกซิเจนในการหายใจมากกว่าปลาในกลุ่มควบคุมที่มีอัตราการหายใจปกติและสม่ำเสมอ เมื่อปลาได้รับ benzacaine ที่มีความเข้มข้น 34 และ 38 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าปลาสอดมีอัตราการหายใจถี่ขึ้น และแผ่นปิดเหงือกขยายออกเล็กน้อยแต่ขยับขึ้นลงเร็วขึ้นแสดงว่าเมื่อปลาได้รับ benzacaine ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่ออัตราการหายใจทำให้ปลามีความต้องการออกซิเจนในการหายใจมากกว่าปลาในกลุ่มที่ได้รับ benzacaine ในปริมาณที่ต่ำกว่า และหลังจากชั่วโมงที่ 12 พบว่าปริมาณออกซิเจนลดน้อยลงแปรผกผันตามระดับความเข้มข้นของ benzacaine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจน(มิลลิกรัมต่อลิตร)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)								
(ppm)	ก่อนใส่ยาสลบ	เริ่มการทดลอง	1	6	12	24	36	48	60
0	6.30^{a}	6.04^{c}	5.66^{a}	4.40^{a}	3.46^{d}	2.38^{f}	2.06^{d}	1.94^{b}	1.78^{b}
25	6.30^{a}	6.07^{c}	5.73^{c}	4.41^{a}	2.72^{c}	0.83^{d}	0.45^{c}	0.28^{a}	0.18^{a}
28	6.30^{a}	5.89^{b}	5.72^{bc}	4.61^{b}	2.34^{b}	0.53^{c}	0.33$^{b\,c}$	0.24^{a}	0.14^{a}
31	6.30^{a}	5.77^{a}	5.67^{ab}	4.60^{b}	2.26^{b}	0.47^{b}	0.36^{c}	0.25^{a}	0.17^{a}
34	6.30^{a}	5.77^{a}	5.63^{a}	4.58^{b}	2.28^{b}	0.29^{a}	0.23^{ab}	0.17^{a}	0.11^{a}
38	6.30^{a}	5.81^{a}	5.65^{a}	4.56^{b}	2.15^{a}	0.27^{a}	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ในแนวตั้ง



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจน(มิลลิกรัมต่อลิตร)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

- ค่าความเป็นกรดเป็นด่างก่อนใส่ยาสลบมีค่าเท่ากับ 8.41 เมื่อเริ่มการทดลองจนกระทั่งถึงชั่วโมงที่ 36 พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากปลาในกลุ่มทดลองเมื่อได้รับยาสลบจะมีความต้องการออกซิเจนมากกว่าปลาในกลุ่มควบคุมซึ่งสังเกตจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พฤติกรรมการหายใจของปลาทำให้มีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเมื่อคาร์บอนไดออกไซด์รวมตัวกับน้ำ จะทำให้เกิดกรดคาร์บอนิค(Carbonic acid) ซึ่งเป็นกรดอ่อน ดังสมการ

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

ซึ่งกรดคาร์บอนิคสามารถแตกตัวไปให้ไฮโดรเจนไอออน(H^+)และได้ไบคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) เมื่อปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนเพิ่มขึ้นทำให้น้ำมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างน้อยลง แสดงว่าน้ำนั้นมีสภาพเป็นกรดเพิ่มขึ้น และในชั่วโมงที่ 12 พบว่ากลุ่มทดลองทุกระดับความเข้มข้นมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างน้อยกว่ากลุ่มควบคุมเนื่องจากในชั่วโมงที่ 12 ปลาในกลุ่มทดลองมีการใช้ออกซิเจนและมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจมากกว่าปลาในกลุ่มควบคุม ซึ่งสังเกตได้จากพฤติกรรมการหายใจของปลา และในชั่วโมงที่ 36 พบว่าระดับความเข้มข้นที่ 28, 31 และ 34 มิลลิกรัมต่อลิตร(ตารางที่ 6, ภาพที่ 5)มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากกว่าที่ระดับความเข้มข้นที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากในชั่วโมงที่ 36 ที่ระดับความเข้มข้นที่ 28,31 และ 34 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าปลาเริ่มมีการตาย และเหลือปลาจำนวนน้อยลง จึงมีการใช้ออกซิเจนน้อยลงและมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจน้อยลง ทำให้น้ำมีความเป็นกรดน้อยกว่าที่ระดับความเข้มข้นที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่มีการตายของปลาเกิดขึ้นทำให้เหลือปลาจำนวนมากกว่าทำให้มีการหายใจและปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามากกว่า และเมื่อคาร์บอนไดออกไซด์แตกตัวจะทำให้ได้ ไฮโดรเจนไอออน(H^+) จึงทำให้มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่าในกลุ่มที่มีความเข้มข้นสูงกว่า และในชั่วโมงที่ 48 และ 60 พบว่าระดับความเข้มข้นที่ 25 และ 28 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่าที่ระดับความเข้มข้นที่ 31 และ 34 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากที่ระดับความเข้มข้นที่ 31 และ 34 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการตายของปลาเกิดขึ้น 33.33 และ 66.67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จึงมีปลาเหลืออยู่น้อยกว่าทำให้มีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจน้อยกว่า น้ำจึงมีสภาพความเป็นกรดน้อยกว่า ที่ระดับความเข้มข้นที่ 25 และ 28 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีการตายของปลา 0 และ 10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จึงมีปลาเหลืออยู่มากกว่าทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดมากกว่าซึ่งเกิดขึ้นจากการหายใจขับคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา โดยระดับความเข้มข้นที่ 25, 28, 31 และ 34 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 7.35, 7.35, 7.40 และ 7.40 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อปลา ไมตรี และจารุวรรณ(2525) กล่าวว่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 6.5 -9.0 เป็นระดับที่เหมาะแก่การเลี้ยงสัตว์น้ำและในแหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างเกินกว่า 2 หน่วยในรอบวัน

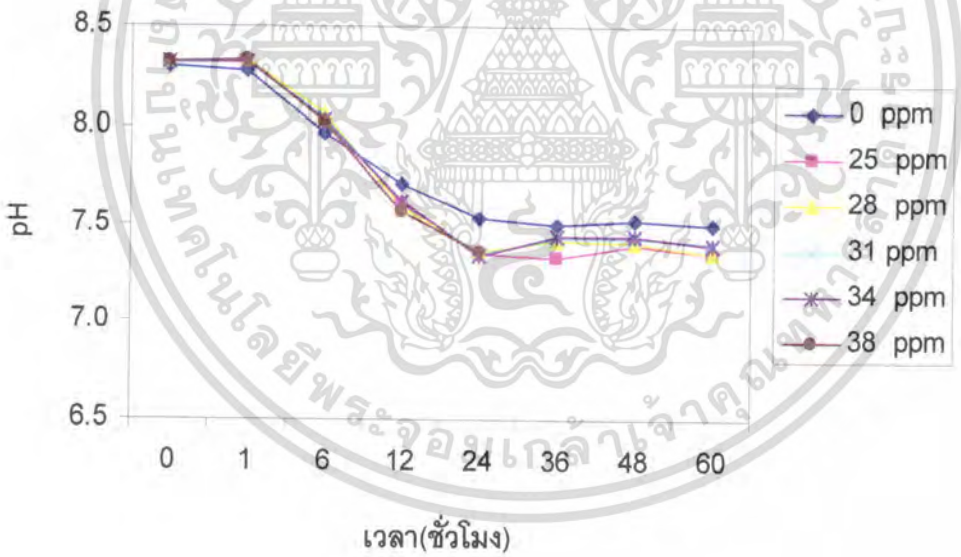
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20498

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)								
(ppm)	ก่อนใส่ยาสลบ	เริ่มการทดลอง	1	6	12	24	36	48	60
0	8.41^{a}	8.30^{a}	8.28^{a}	7.97^{a}	7.71^{b}	7.53^{b}	7.49^{d}	7.52^{d}	7.50^{c}
25	8.41^{a}	8.31^{ab}	8.32^{bc}	8.03^{ab}	7.60^{a}	7.35^{a}	7.32^{a}	7.39^{a}	7.35^{a}
28	8.41^{a}	8.32^{bc}	8.34^{c}	8.06^{b}	7.58^{a}	7.36^{a}	7.41^{c}	7.41^{ab}	7.35^{a}
31	8.41^{a}	8.31^{ab}	8.32^{b}	8.04^{ab}	7.62^{a}	7.35^{a}	7.43^{c}	7.43^{c}	7.40^{b}
34	8.41^{a}	8.32^{bc}	8.33^{bc}	8.03^{ab}	7.61^{a}	7.34^{a}	7.43^{c}	7.43^{c}	7.40^{b}
38	8.41^{a}	8.33^{c}	8.33^{bc}	8.02^{ab}	7.56^{a}	7.36^{a}	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ในแนวตั้ง



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

- คาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อเริ่มการทดลองพบว่า ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในชั่วโมงที่ 24 พบว่าที่ระดับความเข้มข้นที่ 25, 28 และ 31มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าค่าคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นที่ 34 และ 38 มิลลิกรัมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

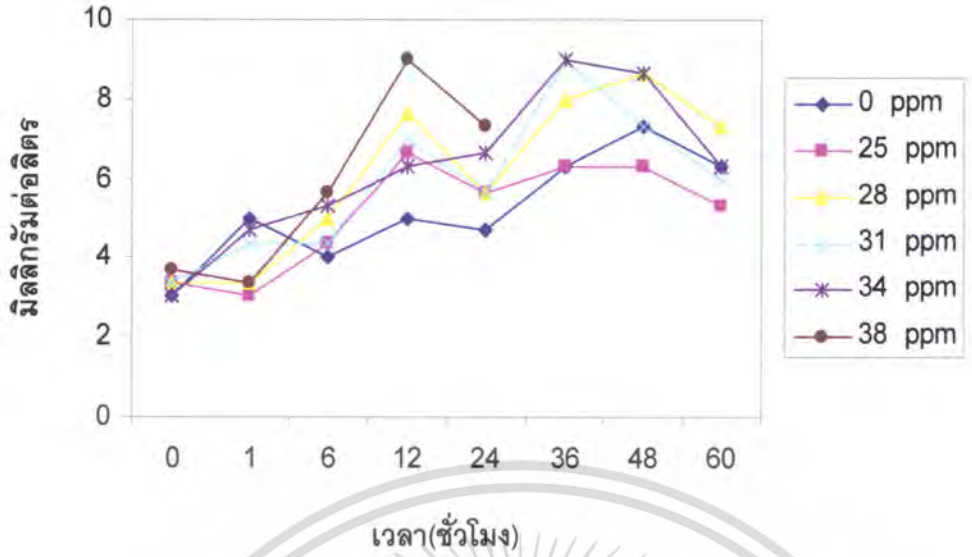
ลิตร(ตารางที่ 7, ภาพที่ 6) เนื่องจากที่ระดับความเข้มข้นที่ 34 และ 38 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าปลามีอัตราการหายใจเร็วกว่าปลาที่ระดับความเข้มข้นที่ 25, 28 และ 31 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามากกว่า และในชั่วโมงที่ 60 พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 6.33 มิลลิกรัมต่อลิตร และระดับความเข้มข้นที่ 31 และ 34 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 6.00 และ 6.33 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากมีอัตราการหายใจถี่จึงมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามาก แต่เนื่องจากที่กลุ่มควบคุมมีค่าใกล้เคียงกันเนื่องจากปลาไม่ได้รับยาสลบจึงมีการเคลื่อนไหวมากกว่าปลาในกลุ่มทดลองจึงมีการเผาผลาญพลังงานและปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ส่วนที่ระดับความเข้มข้นที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าเนื่องจากปลามีอัตราการหายใจช้ากว่าในระดับความเข้มข้นที่ 31 และ 34 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนความเข้มข้นที่ 28 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 7.33 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากมีอัตราการหายใจเร็วกว่าที่ระดับความเข้มข้นที่ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามากกว่า และเนื่องจากที่ระดับความเข้มข้นที่ 31 และ 34มิลลิกรัมต่อลิตร มีปลาเหลืออยู่น้อยเนื่องจากเกิดการตาย ดังนั้นที่ระดับความเข้มข้นที่ 28 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าเนื่องจากมีจำนวนปลาที่เหลืออยู่มากกว่าที่ระดับความเข้มข้นที่ 31 และ 34 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าคาร์บอนไดออกไซด์(มิลลิกรัมต่อลิตร)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)								
(ppm)	ก่อนใส่ยาสลบ	เริ่มการทดลอง	1	6	12	24	36	48	60
0	0.00^{a}	3.00^{a}	5.00^{c}	4.00^{a}	5.00^{a}	4.67^{a}	6.33^{a}	7.33^{a}	6.33^{ab}
25	0.00^{a}	3.33^{a}	3.00^{a}	4.33^{a}	6.67^{b}	5.67^{ab}	6.33^{a}	6.33^{a}	5.33^{a}
28	0.00^{a}	3.33^{a}	3.33^{ab}	5.00^{a}	7.67^{b}	5.67^{ab}	8.00^{a}	8.67^{a}	7.33^{b}
31	0.00^{a}	3.33^{a}	4.33^{bc}	4.33^{a}	7.00^{b}	5.67^{ab}	9.00^{a}	7.33^{a}	6.00^{ab}
34	0.00^{a}	3.00^{a}	4.67^{c}	5.33^{a}	6.33^{b}	6.67^{b}	9.00^{a}	8.67^{a}	6.33^{ab}
38	0.00^{a}	3.67^{a}	3.33^{ab}	5.67^{a}	9.00^{c}	7.33^{b}	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าคาร์บอนไดออกไซด์(มิลลิกรัมต่อลิตร)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

- แอมโมเนีย จากผลการทดลองพบว่าปริมาณแอมโมเนียตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 24 พบว่าปริมาณแอมโมเนียมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยปริมาณแอมโมเนียที่เกิดขึ้นนี้ส่วนหนึ่งเกิดจาก amino group ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งในโครงสร้างของ benzocaine และส่วนหนึ่งเกิดจากการขับถ่ายของเสียออกจากตัวปลาโดยในชั่วโมงที่ 12 และ 24 พบว่าที่ระดับความเข้มข้นที่ 31, 34 และ 38 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณแอมโมเนียน้อยกว่าที่ระดับความเข้มข้นที่ 25 และ 28 มิลลิกรัมต่อลิตร(ตารางที่ 8, ภาพที่ 7) เนื่องจากที่ระดับความเข้มข้นที่ 31, 34 และ 38 มิลลิกรัมต่อลิตร ปลามีอาการสลบมีการเคลื่อนไหวน้อยกว่าจึงมีการเผาผลาญพลังงานเพื่อใช้ในการเคลื่อนไหวและขับแอมโมเนียซึ่งเป็นของเสียออกจากร่างกายน้อยกว่าปลาที่ได้รับยาสลบที่ระดับความเข้มข้นที่ 25 และ 28 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้หลังจากชั่วโมงที่ 12 เริ่มมีการตายของปลาเกิดขึ้นที่ระดับความเข้มข้นที่ 38 มิลลิกรัมต่อลิตร และหลังจากชั่วโมงที่ 24 มีการตายของปลาเพิ่มขึ้นที่ระดับความเข้มข้นที่ 28, 31, 34 และ 38 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงมีปลาเหลืออยู่น้อยและทำให้มีปริมาณแอมโมเนียลดน้อยลงโดยแปรผกผันตามระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น จากผลการทดลอง ในชั่วโมงที่ 60 พบว่ามีปริมาณแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.82 - 1.20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเมฆ (2533) กล่าวว่า น้ำที่มีแอมโมเนียอยู่น้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ปลาจะเจริญเติบโตดีและมีสุขภาพดี นอกจากนี้ค่าแอมโมเนียยังมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดเป็นด่างโดยความเป็นกรดเป็นด่างที่มีค่าสูงขึ้นเกินกว่า 9.0 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ความเป็นพิษของแอมโมเนียเพิ่ม

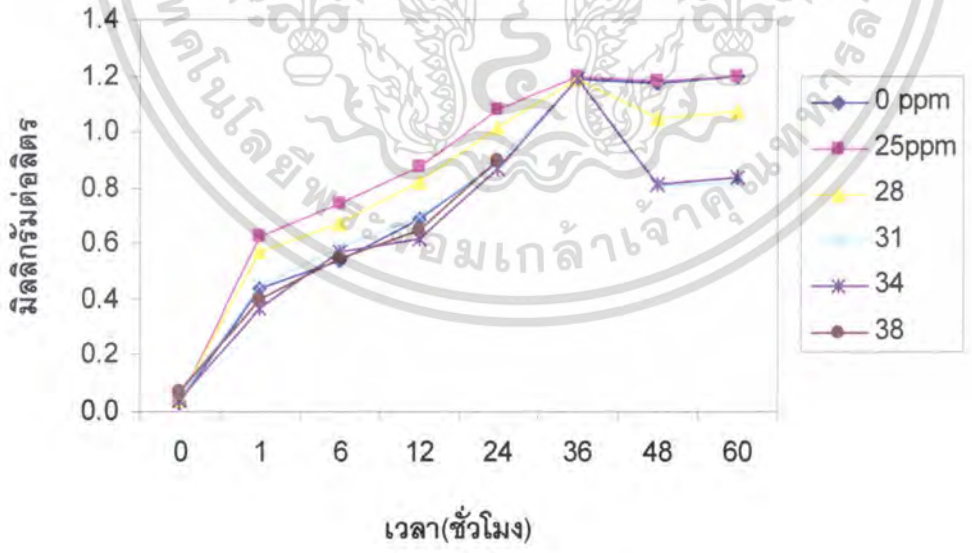
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากขึ้น รวมทั้งการแทรกซึมของสารพิษบางชนิดเข้าสู่ร่างกายของสัตว์น้ำยังขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายนั้นๆ อีกด้วย (ไมตรี และจารุวรรณ, 2525)

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด(total ammonia)(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)								
(ppm)	ก่อนใส่ยาสลบ	เริ่มการทดลอง	1	6	12	24	36	48	60
0	0.03^{a}	0.03^{a}	0.44^{a}	0.54^{a}	0.69^{a}	0.89^{a}	1.19^{a}	1.17^{b}	1.20^{b}
25	0.03^{a}	0.03^{a}	0.63^{b}	0.74^{c}	0.88^{b}	1.08^{b}	1.20^{a}	1.18^{b}	1.20^{b}
28	0.03^{a}	0.04^{a}	0.57^{b}	0.67^{bc}	0.82^{b}	1.02^{b}	1.19^{a}	1.05^{b}	1.07^{b}
31	0.03^{a}	0.05^{b}	0.44^{a}	0.59^{ab}	0.69^{a}	0.89^{a}	1.19^{a}	0.80^{a}	0.82^{a}
34	0.03^{a}	0.04^{a}	0.37^{a}	0.57^{ab}	0.62^{a}	0.87^{a}	1.19^{a}	0.81^{a}	0.83^{a}
38	0.03^{a}	0.07^{c}	0.40^{a}	0.55^{a}	0.65^{a}	0.90^{a}	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ในแนวตั้ง



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด(total ammonia)(มิลลิกรัมต่อลิตร)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความกระด้างของน้ำ จากผลการทดลอง เมื่อเริ่มทำการทดลองจนกระทั่งถึงชั่วโมงที่ 12 พบว่า แต่ละระดับความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9, ภาพที่ 8) ความกระด้างของน้ำแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ความกระด้างชั่วคราว (temporary hardness) โดยเกิดจากสารละลายของ calcium หรือ magnesium bicarbonate ซึ่งเมื่อถูกความร้อนจะตกตะกอนกลายเป็นหินปูน (carbonate) ส่วนความกระด้างถาวร (permanent hardness) เกิดจากสารละลายของ calcium หรือ magnesium carbonate และอาจเป็นพวกเกลือจากกรดบางชนิด เช่น calcium sulfate ดังนั้นความกระด้างรวมของน้ำ (total hardness) จึงหมายถึงผลรวมของความกระด้างชั่วคราวและความกระด้างถาวร โดยคิดคำนวณออกมาในรูปของ calcium carbonate ($CaCO_3$) ซึ่งค่าความกระด้างมักมีค่ามากกว่าผลรวมของคาร์บอเนต (CO_3^-) กับ ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) alkalinity ค่าความกระด้างที่เท่ากับค่า total alkalinity เรียกว่า carbonate hardness ส่วนที่เกินกว่านี้เรียกว่า noncarbonated hardness และถ้าค่าความกระด้างเท่ากันหรือต่ำกว่าผลรวมของ CO_2^- และ HCO_3^- alkalinity ค่าความกระด้างนี้คือ carbonate hardness อย่างเดียวไม่มี noncarbonated hardness (ไมตรี และ จารุวรรณ; 2525)

Total hardness = carbonate + non - carbonate

(temporary) (permanent)

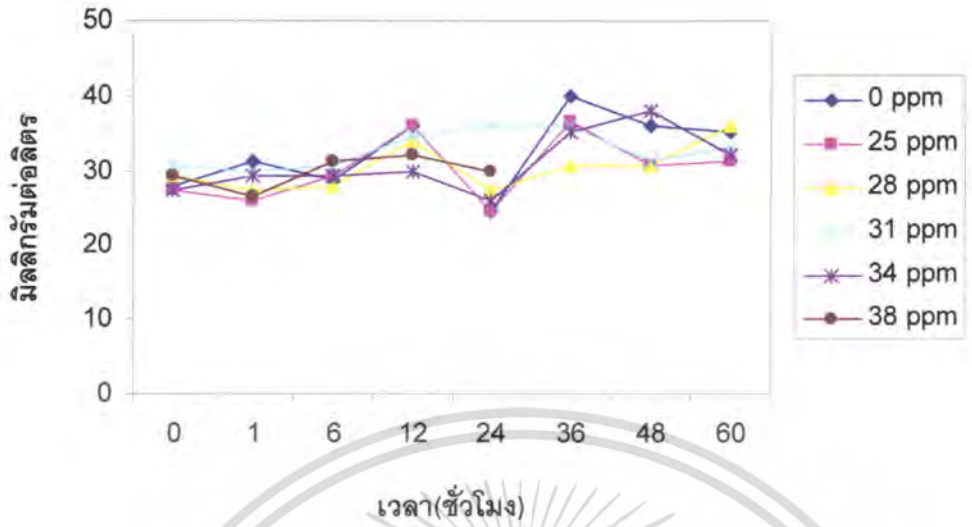
จากการทดลองค่าความกระด้างของน้ำตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 26.00 – 36.67 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งจัดว่าเป็นน้ำอ่อน (ความกระด้างอยู่ในช่วง 0 – 75 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นน้ำอ่อน) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 60 ชั่วโมง พบว่ามีความกระด้างอยู่ในช่วง 31.33 – 36.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และแต่ระดับความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้าง(hardness) (มิลลิกรัมต่อลิตร)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)								
(ppm)	ก่อนใส่ยาสลบ	เริ่มการทดลอง	1	6	12	24	36	48	60
0	30.00[a]	28.00[a]	31.33[a]	28.67[a]	36.00[a]	24.67[a]	40.00[b]	36.00[a]	35.33[a]
25	30.00[a]	27.33[a]	26.00[a]	29.33[a]	36.00[a]	24.67[a]	36.67[b]	30.67[a]	31.33[a]
28	30.00[a]	29.33[a]	27.33[a]	28.00[a]	34.00[a]	27.33[ab]	30.67[a]	30.67[a]	36.00[a]
31	30.00[a]	30.67[a]	30.00[a]	30.67[a]	34.67[a]	36.00[c]	36.00[b]	31.33[a]	33.33[a]
34	30.00[a]	27.33[a]	29.33[a]	29.33[a]	30.00[a]	26.00[ab]	35.33[ab]	38.00[a]	32.00[a]
38	30.00[a]	29.33[a]	26.67[a]	31.33[a]	32.00[a]	30.00[b]	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้าง(hardness) (มิลลิกรัมต่อลิตร)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

- ความเป็นด่างของน้ำ จากการทดลองเมื่อเริ่มการทดลองพบว่า ค่าความเป็นด่างมีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก โดยตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองค่าความเป็นด่างอยู่ในช่วง 12.33 – 23.33 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเมื่อปลาหายใจปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาแล้วเมื่อคาร์บอนไดออกไซด์รวมตัวกับน้ำ จะทำให้เกิดกรดคาร์บอนิค (H_2CO_3) และเมื่อกรดคาร์บอนิค แตกตัวจะเกิดไฮโดรเจนไอออน(H^+) และไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดอ่อนดังสมการ (ประเทือง, 2534; ไมตรีและจารุวรรณ, 2525)

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

และเมื่อไบคาร์บอเนตเกิดการแตกตัวก็จะได้คาร์บอเนต (CO_3^{--}) และ ไฮดรอกไซด์ (OH^-) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของค่าความเป็นด่างดังสมการ

$$HCO^- \longrightarrow CO_3^{--} + H_2O + CO_2$$

$$CO_3^{--} + H2O \longrightarrow 2OH^- + CO_2$$

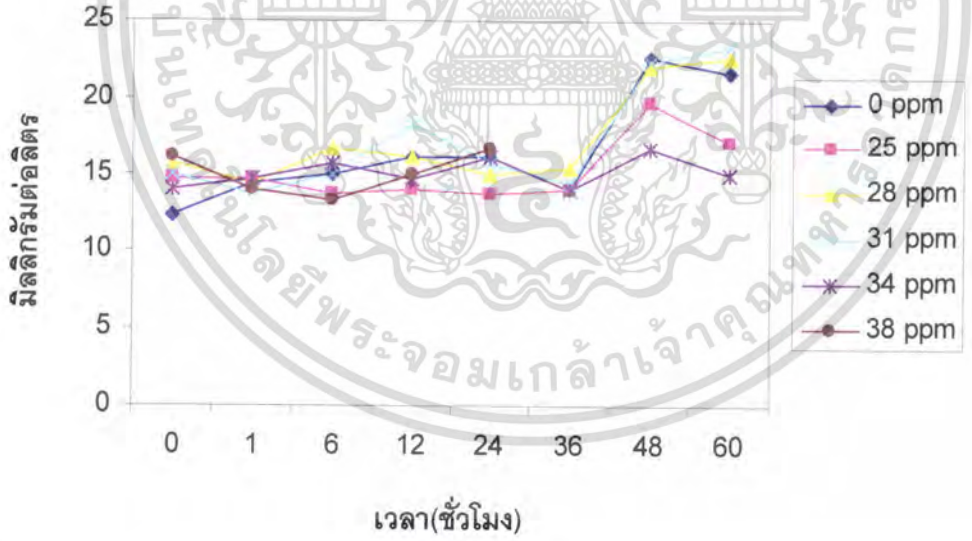
ในชั่วโมงที่ 60 พบว่าค่าความเป็นด่างที่ระดับความเข้มข้นที่ 34 มิลลิกรัม มีปริมาณน้อยกว่าที่ระดับความเข้มข้นที่ 28 และ 31 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากที่ระดับความเข้มข้นที่ 34 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปลาตายจำนวนมากกว่าจึงมีปลาเหลืออยู่น้อย จึงมีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาน้อย ดังนั้นค่าความเป็นด่างที่ได้จากการแตกตัวของคาร์บอนไดออกไซด์ ดังสมการข้างต้นจึงมีค่าน้อยกว่าที่ระดับความเข้มข้นที่ 25 , 28 และ 31 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่เวลา 60 ชั่วโมงพบว่ามีค่าความเป็นด่างอยู่ในช่วง 15.00 – 23.33 มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่าง(Alkalinity) (มิลลิกรัมต่อลิตร)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของbenzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)								
(ppm)	ก่อนใส่ยาสลบ	เริ่มการทดลอง	1	6	12	24	36	48	60
0	16.00[a]	12.33[a]	14.33[a]	15.00[a]	16.00[b]	16.00[a]	14.00[a]	22.67[a]	21.67[b]
25	16.00[a]	14.67[ab]	14.67[a]	13.67[a]	14.00[a]	13.67[a]	14.00[a]	19.67[a]	17.00[a]
28	16.00[a]	15.67[b]	14.33[a]	16.67[a]	16.00[b]	15.00[a]	15.33[a]	22.00[a]	22.67[b]
31	16.00[a]	15.00[ab]	13.67[a]	15.00[a]	18.33[c]	15.67[a]	14.33[a]	22.33[a]	23.33[b]
34	16.00[a]	14.00[ab]	14.67[a]	15.67[a]	14.67[ab]	16.00[a]	14.00[a]	16.67[a]	15.00[a]
38	16.00[a]	16.00[b]	14.00[a]	13.33[a]	15.00[ab]	16.67[a]	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ในแนวตั้ง



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่าง(Alkalinity)(มิลลิกรัมต่อลิตร)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ศึกษาหาช่วงความเข้มข้นของ benzocaine ที่เหมาะสมในการขนส่งปลาสอด

- จากผลทดลอง Full – scale test พบว่าความเข้มข้นที่ทำให้ปลาสอดรอด 100 เปอร์เซ็นต์นั้นคือความเข้มข้นที่ต่ำกว่า 25 มิลลิกรัมต่อลิตร(ตารางที่ 12) และเมื่อนำค่าดังกล่าวมาหาระดับความเข้มข้นของ benzocaine ที่เหมาะสมที่ทำให้ปลาสอดสลบในระยะ sedation มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 20 - 25 มิลลิกรัมต่อลิตรภายในเวลา 60 ชั่วโมง ซึ่งปริมาณของ benzocaine ที่ใช้ในการสลบปลาสอดมีปริมาณน้อยกว่าที่ใช้ในการสลบปลากัดให้อยู่ในระยะ sedation มีค่าเท่ากับ 80 – 85 มิลลิกรัมต่อลิตรภายในเวลา 48 ชั่วโมง(อรุณี และคณะ, 2542) ระยะเวลาที่ชักนำให้ปลาสอดเพศเมียเริ่มสลบ (induce time) จะแปรผกผันกับความเข้มข้นของ benzocaine โดยมีค่าตั้งแต่ 3.33 – 6.52 นาที และระยะเวลาที่ชักนำให้ปลาสอดเพศผู้เริ่มสลบ (induce time) จะแปรผกผันกับความเข้มข้นของ benzocaine โดยมีค่าตั้งแต่ 3.31 – 6.19 นาที จากผลการทดลองพบว่าที่ระดับความเข้มข้นมากจะทำให้ปลาเข้าสู่ระยะ sedation ได้เร็วกว่าที่ระดับความเข้มข้นน้อย โดยปลามีอาการว่ายน้ำช้าๆ จนกระทั่งอยู่นิ่งกับที่เคลื่อนไหวเป็นครั้งคราว ระยะเวลาในการฟื้นตัว(recovery time) จะแปรผันตามความเข้มข้นซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.16 – 0.33 นาทีในปลาสอดเพศเมีย และมีค่าตั้งแต่ 0.13 – 0.27 นาทีในปลาสอดเพศผู้(ตารางที่ 11) และเมื่อนำระยะเวลาที่ชักนำให้ปลาสอดเริ่มสลบ (induce time) และระยะเวลาในการฟื้นตัว (recovery time) มาทดสอบทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปลาสอดเพศเมียกับเพศผู้ดังตารางที่ 11 พบว่าระยะเวลาที่ชักนำให้ปลาสอดเพศเมียและเพศผู้เริ่มสลบที่ความเข้มข้นที่ 21, 24 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และที่ระดับความเข้มข้นที่ 20, 22 และ 23 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนระยะเวลาในการฟื้นตัวของปลาสอดเพศเมียและเพศผู้ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และที่ระดับความเข้มข้น 21, 22, 23, 24 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตรมีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อทำการทดลองครบ 60 ชั่วโมงแล้วนำมาเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์ พบว่าที่ความเข้มข้น 20 - 24 มิลลิกรัมต่อลิตร ปลาสอดมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีอัตรารอด 83.33 เปอร์เซ็นต์ทั้งในปลาสอดเพศเมียและปลาสอดเพศผู้ อาจเนื่องมาจากความสามารถในการปรับตัวของปลาเมื่อมาอยู่ในน้ำธรรมดาที่ไม่มียาสลบแตกต่างกัน

- คุณภาพน้ำในการศึกษาหาช่วงความเข้มข้นของ benzocaine ที่เหมาะสมในการขนส่งปลาสอดโดยทำให้ปลาสอดสลบอยู่ในระยะ sedation พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้นที่ 20, 21, 22, 23 , 24 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีแนวโน้มลดน้อยแปรผกผันตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นและมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงซึ่งมีความสอดคล้องกับคุณภาพของน้ำใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองหาค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของ benzocaine ในปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาที่ชักนำให้ปลาเริ่มสลบ(induce time) และระยะเวลาในการฟื้นตัว(recovery time) ระหว่างปลาสอดเพศเมียและเพศผู้

ความเข้มข้น	induce time (นาที)		recovery time (นาที)	
(ppm)	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้
20	6.52[a]	6.19[b]	0.16[a]	0.13[a]
21	5.81[a]	5.68[a]	0.20[a]	0.17[b]
22	5.16[a]	4.45[b]	0.25[a]	0.20[b]
23	4.21[a]	3.58[b]	0.26[a]	0.23[b]
24	3.40[a]	3.38[a]	0.28[a]	0.25[b]
25	3.33[a]	3.31[a]	0.33[a]	0.27[b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในแนวนอนระหว่างปลาสอดเพศเมียกับเพศผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 จำนวนปลาสอดที่สลบในระยะที่ 1 (sedation) ในเวลา 60 ชั่วโมงโดยใช้ยาสลบ benzocaine และอัตราการรอด (%)เมื่อสิ้นสุดการทดลองและเลี้ยงต่อ 2 สัปดาห์

ความเข้มข้น (ppm)	เพศ	ระยะเวลาที่ปลาสลบ(ตัว)										induce time (นาที)	recovery time (นาที)	อัตราการรอด(%)	
		นาที			ชั่วโมง									เวลา	
		10	20	30	1	6	12	24	36	48	60			60 ชั่วโมง	2 สัปดาห์
20	เพศเมีย	2	4	6	10	10	10	10	10	10	10	6.52	0.16	100	100
	เพศผู้	3	4	6	10	10	10	10	10	10	10	6.19	0.13	100	100
21	เพศเมีย	3	5	7	10	10	10	10	10	10	10	5.81	0.20	100	100
	เพศผู้	3	5	6	10	10	10	10	10	10	10	5.68	0.17	100	100
22	เพศเมีย	4	6	8	10	10	10	10	10	10	10	5.16	0.25	100	100
	เพศผู้	4	7	8	10	10	10	10	10	10	10	4.45	0.20	100	100
23	เพศเมีย	5	7	10	10	10	10	10	10	10	10	4.21	0.26	100	100
	เพศผู้	6	8	10	10	10	10	10	10	10	10	3.58	0.23	100	100
24	เพศเมีย	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	3.40	0.28	100	100
	เพศผู้	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	3.38	0.25	100	100
25	เพศเมีย	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	3.33	0.33	100	83.33
	เพศผู้	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	3.31	0.27	100	83.33

หมายเหตุ : induce time จะเริ่มจับเวลาตั้งแต่นำปลาใส่ลงในน้ำที่มียาสลบจนกระทั่งปลาว่ายน้ำช้าลงและตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นแบบเฉื่อยชา

recovery time จะเริ่มจับเวลาตั้งแต่นำปลาใส่ลงในน้ำสะอาดที่ให้ออกซิเจนตลอดเวลาจนกระทั่งปลาว่ายน้ำเป็นปกติ

สรุป

1.ค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของ benzocaine ในปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 32.5 (30.91 – 34.17) มิลลิกรัมต่อลิตร

2.การทดลองหาค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของ benzocaine ในปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นที่ 25, 28, 31, 34 และ 38 มิลลิกรัมต่อลิตร benzocaine มีผลทำให้ปลามีความต้องการออกซิเจนในการหายใจมากกว่าปลาที่ไม่ได้รับยาสลบ โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีแนวโน้มลดน้อยแปรผกผันตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นและสัมพันธ์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ลดลง

3.ช่วงความเข้มข้นของ benzocaine ที่เหมาะสมในการขนส่งปลาสอดโดยทำให้ปลาสอดสลบอยู่ในระยะ sedation พบว่าความเข้มข้นที่ทำให้ปลาสอดสลบอยู่ในระยะ sedation ภายในเวลา 60 ชั่วโมง มีค่าตั้งแต่ 20 – 23 มิลลิกรัมต่อลิตรและเมื่อนำมาเลี้ยงต่อเป็นเวลา 2 สัปดาห์แล้วมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ทั้งในปลาสอดเพศเมียและปลาสอดเพศผู้ ส่วนที่ระดับความเข้มข้นที่ 24 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เหมาะสมในการขนส่งเนื่องจากมีปลาบางส่วนที่มีอาการสลบอยู่ในระยะที่ 3 Partial loss of equilibrium เป็นระยะที่ปลาสูญเสียการทรงตัวบางส่วน

4.การสลบปลาสอดด้วย benzocaine ให้อยู่ในระยะ sedation ที่ความเข้มข้น 20 - 25 มิลลิกรัมต่อลิตรภายในเวลา 60 ชั่วโมง ใช้ระยะเวลาที่ชักนำให้ปลาสอดเพศเมียเริ่มสลบ (induce time) มีค่าตั้งแต่ 3.33 – 6.52 นาที และระยะเวลาที่ชักนำให้ปลาสอดเพศผู้เริ่มสลบ (induce time) มีค่าตั้งแต่ 3.31 – 6.19 นาที โดยปลาสอดเพศเมียใช้เวลาในการชักนำให้เกิดการสลบนานกว่าปลาสอดเพศผู้ ส่วนระยะเวลาในการฟื้นตัว(recovery time) ในปลาสอดเพศเมียมีค่าตั้งแต่ 0.16 – 0.33 นาที และในปลาสอดเพศผู้มีค่าตั้งแต่ 0.13 – 0.27 นาทีโดยปลาสอดเพศเมียใช้เวลาในการฟื้นตัวนานกว่าปลาสอดเพศผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกียรติศักดิ์ พงศ์พาณิช. 2531. *ศาสตร์และศิลปะแห่งการเลี้ยงปลา*, กรุงเทพมหานคร. 62 น.

จงจินต์ ทับทิมไทย. 2508. การใช้ยาสลบกับปลาไนและปลาสวายสมทบกับการอัดออกซิเจนในภาชนะขนส่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ทัศนัย อ่องสาคร. 2526. ผลของยาสลบบางชนิดที่มีต่อการขนส่งลำเลียงปลาตะเพียนขาว (*Puntius gonionotus Bleeker*). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

เทิดศักดิ์ ศรประสิทธิชัย. 2544. การใช้ benzocaine เป็นยาสลบในปลาหางนกยูง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

เมฆ บุญพรามหณ์. 2530. การเลี้ยงปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพมหานคร. 135 น.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2525. การควบคุมคุณสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงปลา. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสิ่งแวดล้อม.

ประเทือง เชาว์วันกลาง. 2534.คุณภาพน้ำเพื่อการประมง. คณะวิชาสัตวศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตลำปาง, ลำปาง. 86 น.

วรรณนิภา น้อยบุญญะ. 2546. การศึกษาความเฉียบพลันของ MS – 222 ที่มีต่อปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulate*) และปลากัด (*Betta splendens*). ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

อรุณี สมมณี สถาพร เกิดเกรียงไกร และนลิน อิงคไพโรจน์. 2542. ผลของ MS – 222 และ Benzocaine ที่มีต่อการขนส่งปลากัด. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์*. 33 (3): 386 – 376.

อรุณี สมมณี และจุฑามาศ รอดพ่วง. 2543. ผลของ Benzocaine และ Quinaldine ที่มีต่อการขนส่งลูกปลานวลจันทร์ทะเล. *ข่าวสารเกษตรศาสตร์* 45(3): 21 – 33.

Allen, J.L., G. Vang, S. Stecge and S. Xilong. 1994. Solubility of benzocaine in freshwater. **อ้างโดย อรุณี สมมณี สถาพร เกิดเกรียงไกร และนลิน อิงคไพโรจน์.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2542. ผลของ MS – 222 และ Benzocaine ที่มีต่อการขนส่งปลากัด. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์*. 33 (3): 386 – 376.

Arino, E. and A. Sen. 1994. *In* – Vitro effects of the anesthetic, benzocaine, on liver microsomal cytochrome – P450 and mixed function on oxidase activation of gillhead seabream. **อ้างโดย อรุณี สมมณี สถาพร เกิดเกรียงไกร และนลิน อิงคไพโรจน์.** 2542. ผลของ MS – 222 และ Benzocaine ที่มีต่อการขนส่งปลากัด. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์*. 33 (3): 386 – 376.

Bower, P.R. 2001. Anesthetics option for fish.Aquatic Animal Health Program,Dept of Microbiology and Immunology. College. Of Veterinary Medium University. Lthaca, New York, USA.

Cho, G.K. and D.D. Heath. 2000. Comparison of tricane metanesuphonate(MS – 222) and clove oil anesthesia effects on the physiology of juvenile chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. **Cited by.** Iversen, m., B. Finstad, R.S. Mckinley and R.A. Eliassen. 2003. The efficacy of metomiclate, clove oil, Aqui-s™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. Aquaculture 221: 549-566.

Dawson, V.K. and P.A. Gilderhus. 1979. Ethyl - ρ - aminobenzoate(benzocaine): efficacy as an anesthetic for five species of freshwater fish. **อ้างโดย อรุณี สมมณี และจุฑามาศ รอดพ่วง.** 2543. ผลของ Benzocaine และ Quinaldine ที่มีต่อการขนส่งลูกปลานวลจันทร์ทะเล. *ข่าวสารเกษตรศาสตร์* 45(3): 21 – 33.

Einarsdottir, I.E., K.J. Nissen and M. Iversen. 2000. Effects of rearing stress on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) antibody response to non – pathogenic antigen. **Cited by.** Iversen, m., B. Finstad, R.S. Mckinley and R.A. Eliassen. 2003. The efficacy of metomiclate, clove oil, Aqui-s™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. Aquaculture 221: 549-566.

Ellis, A.E. 1981. Stress and the modulation of defence mechanisms in fish. **Cited by.** Iversen, m., B. Finstad, R.S. Mckinley and R.A. Eliassen. 2003. The efficacy of metomiclate, clove oil, Aqui-s™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. Aquaculture 221: 549-566.

Fries, C.R. 1986. Effects of environmental stressors and immunosuppressants on immunity of *Fundulus heteroclitus*. **Cited by.** Iversen, m., B. Finstad, R.S. Mckinley and R.A. Eliassen. 2003. The efficacy of metomiclate, clove oil, Aqui-s™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. Aquaculture 221: 549-566.

Gilderhus, P.A. and L.L. Marking. 1987. Comparative efficacy of 16 anesthetic chemicals on rainbow trout. **Cited by.** Iversen, m., B. Finstad, R.S. Mckinley and R.A. Eliassen. 2003. The efficacy of metomiclate, clove oil, Aqui-s™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. Aquaculture 221: 549-566.

Gilderhus, P.A., C.A. Lemm and L.C. woods III. 1991. Benzocaine as an anesthetic as an anesthetic for striped bass. **Cited by.** Hseu, J.R. , S.L. Yeh, Y.T. Chu and Y.Y. Ting. 1998. Comparsion of efficacy of five anesthetics in goldlined sea bream, *Sparus sarba*. *Acta Zool.Tai* a (1): 35-41.

Hseu, J.R. , S.L. Yeh, Y.T. Chu and Y.Y. Ting. 1998. Comparsion of efficacy of five anesthetics in goldlined sea bream, *Sparus sarba*. *Acta Zool.Tai* a (1): 35-41.

Iversen, m., B. Finstad, R.S. Mckinley and R.A. Eliassen. 2003. The efficacy of metomiclate, clove oil, Aqui-s™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. Aquaculture 221: 549-566.

Keene, J.L., D.L. Noakes, R.D. Moccia and C.G. Soto. 1998. The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*(Walbaum). **Cited by.** Iversen, m., B. Finstad, R.S. Mckinley and R.A. Eliassen. 2003. The efficacy of metomiclate, clove oil, Aqui-s™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. Aquaculture 221: 549-566.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Leitritz, E. 1959. Trout and salmon culture Fish Bulletin. **อ้างโดย จงจินต์ ทับทิมไทย. 2508. การใช้ยาสลบกับปลาไนและปลาสวายสมทบกับการอัดออกซิเจนในภาชนะขนส่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.**

Litchfield, J.T. and F. Wilcoxon. 1949. A simplified method of evaluating dose effect experiments. *J Phamacol. Exp.Ther.* 96 :99-113.

Mattson, N.S. and T.H. Ripple. 1989. Metomidate, a better anesthetic for cod (*Gadus morohua*) in comparaison with benzocaine, MS – 222, Chlorobutanol, and phenoxyethanol. **Cited by.** Iversen, m., B. Finstad, R.S. Mckinley and R.A. Eliassen. 2003. The efficacy of metomiclate, clove oil, Aqui-s™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. Aquaculture 221: 549-566.

Maule, A.G., R. A. Tripp, S.L. Kaattari and C.B. Schreck. 1989. Stress alters immune function and disease resistance in Chinook salmon(*Oncorhynchus tshawytscha*). **Cited by.** Iversen, m., B. Finstad, R.S. Mckinley and R.A. Eliassen. 2003. The efficacy of metomiclate, clove oil, Aqui-s™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. Aquaculture 221: 549-566.

McErlean, A.J. and V.S. Kennnedy. 1968. Comparison of some anesthetic properties of benzocaine and MS - 222. **Cited by.** Hseu, J.R. , S.L. Yeh, Y.T. Chu and Y.Y. Ting. 1998. Comparsion of efficacy of five anesthetics in goldlined sea bream, *Sparus sarba*. *Acta Zool.Tai* a (1): 35-41.

McFarland, W.N. 1959. A study of the effect of anesthetics on behavior and physiology of fishes. Pubs. Inst. Mar. Sci. 6: 23 – 55.

Merck and company. 1969. The merck index, 11th edition rahway, New Jersey, 1606 P. **อ้างโดย เทิดศักดิ์ ศรประสิทธิชัย. 2544. การใช้** benzocaine **เป็นยาสลบในปลาหางนกยูง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Olsen, Y.A., I.E. Einarsdottir and K.J. Nilssen. 1995. Metomidate anaesthesia in Atlantic salmon, *Salmon salar*, prevents plasma cortisol increase during stress. **Cited by.** Iversen, m., B. Finstad, R.S. Mckinley and R.A. Eliassen. 2003. The efficacy of metomiclate, clove oil, Aqui-s™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. Aquaculture 221: 549-566.

Ortuno, J., M.A. Esteban and J. Meseguer. 2002. Effects of four anaesthetics on the innate immune response of gilthead seabream(*Sparus aurata*).*Fish & Shellfish Immunology* 12: 49 – 59.

Pickering, A.D. 1989. Factors affecting the susceptibility of salmon fish to disease. **Cited by.** Iversen, m., B. Finstad, R.S. Mckinley and R.A. Eliassen. 2003. The efficacy of metomiclate, clove oil, Aqui-s™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. Aquaculture 221: 549-566.

Redding, J.M. and C.B. Schreck. 1983. Influence of ambient salinity on osmoregulation and cortisol concentration in yearling coho salmon during stress. **Cited by.** Iversen, m., B. Finstad, R.S. Mckinley and R.A. Eliassen. 2003. The efficacy of metomiclate, clove oil, Aqui-s™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. Aquaculture 221: 549-566.

Ross, L.G. and B. Ross. 1985. Anaesthetic and sedation techniques for fish. Institute of aquaculture university of stirling, FK9 4LA, Scotland.25 p.

Sehdev, H.S., J.R. McBride and U.H.M. Fagerlund. 1964. 2- Phenoxyethynol as a general anaethetic for sockeye salmon.**อ้างโดย จงจินต์ ทับทิมไทย. 2508. การใช้ยาสลบกับปลาไนและปลาสวายสมทบกับการอัดออกซิเจนในภาชนะขนส่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.**

Sommani, A., S. Kerdkriengkai and S. Srisangam. 1997. Effect of Benzocaine in the transportation of *Oreochromis niloticus* Linn. And *Chanos chanos* Forskal. **อ้างโดย อรุณี สมมณี และจุฑามาศ รอดฟวง. 2543. ผลของ Benzocaine และ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Quinaldine ที่มีต่อการขนส่งลูกปลานวลจันทร์ทะเล. *ข่าวสารเกษตรศาสตร์* 45(3): 21 – 33.

Sommani, A. and L. Siridanupatra. 2001. Effects of MS – 222 and Benzocaine on the transportation of *Oreochromis niloticus* linn. *วารสารการประมง*. 54(4): 305 – 309.

Speaker, J.L. and C.B. Schreck. 1980. Stress responses to transportation and fitness for marine survival in coho salmon(*Oncorhynchus kisutch*) smolts. **Cited by.** Iversen, m., B. Finstad, R.S. Mckinley and R.A. Eliassen. 2003. The efficacy of metomiclate, clove oil, Aqui-s™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. Aquaculture 221: 549-566.

Summerfelt, R. C. and L. S. Smith. 1990. Anesthesia, surgery, and related techniques. **Cited by.** Hseu, J.R. , S.L. Yeh, Y.T. Chu and Y.Y. Ting. 1998. Comparsion of efficacy of five anesthetics in goldlined sea bream, *Sparus sarba*. *Acta Zool.Tai* a (1): 35-41.

Suwalsky, M., C. Schneider, F. Villena, B. Norris, H. Cardenas, F. Cueuas and C.P. Sotomayor. 2004. Effects of the local anesthetic benzocaine on the human erythrocyte membrane and molecular models. Biophysical Chemistry 109: 189 – 199.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

สัญลักษณ์ที่ใช้

K = จำนวนระดับความเข้มข้นที่ใช้

N = K-2 = degree of freedom ของ χ^2

LC_{50} = ความเข้มข้นของสารที่ทำให้สัตว์ทดลองตายครึ่งหนึ่ง

S = ค่าฟังก์ชันความเอียง

F_{LC50} = ค่าแฟกเตอร์ของ LC_{50} และ S

N = จำนวนสัตว์ทดลองที่ใช้ และอยู่ระหว่างค่า LC_{50} และ LC_{84}

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

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ค่า LC_{50} ของ benzocaine ในปลาสลอด

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนปลาตาย (ตัว)	ค่าสังเกต (O%)	ค่าสังเกตจากกราฟ (E%)	O% - E%	$\frac{O\% - E\%}{E(100-E)}$
25	0/10	0	0.5	1.1	0.024
28	1/10	10	11	-1	0.001
31	3.3/10	33	36	-3	0.004
34	6.7/10	67	64	3	0.004
38	10/10	100	86	9.6	0.077
				รวม	0.11

$$\chi^2 = 0.11 \times \frac{\text{จำนวนสัตว์ทดลองทั้งหมด}}{\text{ระดับความเข้มข้น}}$$

$$\chi^2 = 1.1$$

degree of freedom n = K-2 = 5-2 = 3 , ซึ่ง χ^2 จากตารางเมื่อ n = 3 มีค่า 7.815 ซึ่งจากการทดสอบค่า χ^2 จากตาราง (7.815) มีค่าน้อยกว่า χ^2 (1.1) แสดงว่าค่าการเบี่ยงเบนของจุดจากกราฟเส้นตรงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นสามารถใช้กราฟเส้นนี้ในการประมาณค่า LC_{50}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟจะได้ค่า $LC_{16} = 29$

$LC_{50} = 32.5$

$LC_{84} = 36.5$

ซึ่งได้จากการอ่านความเข้มข้นบนเส้นตรงคาดคะเนที่สร้างบน logarithumic probability paper ของการตายสะสมที่ 16, 50 และ 84 เปอร์เซ็นต์

$$S = \frac{LC84/LC50 + LC50/LC16}{2}$$

$$= \frac{1.123 + 1.12}{2}$$

$$= 1.1215$$

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

$$= 1.1215^{2.77/\sqrt{40}}$$

$$= 1.0515$$

การคำนวณขีดจำกัดของ LC_{50} ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ขีดจำกัดบนของ $LC_{50} = LC_{50} \times f_{LC50} = 32.5 \times 1.0515 = 34.1737$

ขีดจำกัดล่างของ $LC_{50} = LC_{50} / f_{LC50} = 32.5 / 1.0515 = 30.9082$

ดังนั้นค่า LC_{50} ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของ benzocaine ในปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 32.5 (30.91 – 34.17) มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)								
(ppm)	ก่อนใส่ยาลบ	เริ่มการทดลอง	1	6	12	24	36	48	60
0	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.20
0	30.30	30.10	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
0	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
เฉลี่ย	30.30	30.03	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.13
25	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
25	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
25	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
เฉลี่ย	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
28	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
28	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
28	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
เฉลี่ย	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
31	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
31	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
31	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
เฉลี่ย	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
34	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
34	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
34	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
เฉลี่ย	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	30.20	30.10	30.10
38	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	-	-	-
38	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	-	-	-
38	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	-	-	-
เฉลี่ย	30.30	30.00	30.10	30.10	29.90	29.90	-	-	-

ตารางผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจน(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายใน ระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)								
(ppm)	ก่อนใส่ยาสลบ	เริ่มการทดลอง	1	6	12	24	36	48	60
0	6.30	6.01	5.67	4.36	3.42	2.41	2.23	2.09	1.89
0	6.30	6.07	5.66	4.40	3.46	2.37	1.99	1.86	1.70
0	6.30	6.05	5.64	4.45	3.50	2.36	1.95	1.86	1.74
เฉลี่ย	6.30	6.04	5.66	4.40	3.46	2.38	2.06	1.94	1.78
25	6.30	6.09	5.70	4.40	2.72	0.83	0.45	0.25	0.15
25	6.30	6.04	5.77	4.35	2.68	0.81	0.43	0.22	0.13
25	6.30	6.09	5.73	4.47	2.75	0.86	0.46	0.37	0.27
เฉลี่ย	6.30	6.07	5.73	4.41	2.72	0.83	0.45	0.28	0.18
28	6.30	5.93	5.70	4.47	2.34	0.52	0.33	0.22	0.13
28	6.30	5.92	5.72	4.62	2.32	0.55	0.37	0.29	0.16
28	6.30	5.82	5.75	4.75	2.37	0.53	0.30	0.21	0.12
เฉลี่ย	6.30	5.89	5.72	4.61	2.34	0.53	0.33	0.24	0.14
31	6.30	5.77	5.70	4.62	2.14	0.50	0.39	0.30	0.24
31	6.30	5.78	5.67	4.60	2.35	0.48	0.35	0.24	0.13
31	6.30	5.76	5.63	4.57	2.30	0.42	0.33	0.22	0.15
เฉลี่ย	6.30	5.77	5.67	4.60	2.26	0.47	0.36	0.25	0.17
34	6.30	5.78	5.65	4.62	2.32	0.30	0.24	0.19	0.12
34	6.30	5.73	5.61	4.58	2.28	0.30	0.25	0.19	0.11
34	6.30	5.79	5.62	4.54	2.25	0.26	0.19	0.14	0.10
เฉลี่ย	6.30	5.77	5.63	4.58	2.28	0.29	0.23	0.17	0.11
38	6.30	5.87	5.71	4.59	2.20	0.26	-	-	-
38	6.30	5.79	5.65	4.57	2.13	0.29	-	-	-
38	6.30	5.76	5.60	4.53	2.11	0.27	-	-	-
เฉลี่ย	6.30	5.81	5.65	4.56	2.15	0.27	-	-	-

ตารางผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอด ภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)								
(ppm)	ก่อนใส่ยาสลบ	เริ่มการทดลอง	1	6	12	24	36	48	60
0	0.00	4.00	6.00	5.00	5.00	4.00	5.00	7.00	6.00
0	0.00	2.00	4.00	4.00	5.00	6.00	9.00	8.00	7.00
0	0.00	3.00	4.00	3.00	5.00	4.00	5.00	7.00	6.00
เฉลี่ย	0.00	3.00	4.67	4.00	5.00	4.67	6.33	7.33	6.33
25	0.00	4.00	3.00	4.00	7.00	5.00	4.00	6.00	5.00
25	0.00	3.00	3.00	3.00	6.00	6.00	8.00	7.00	6.00
25	0.00	3.00	3.00	6.00	7.00	6.00	7.00	6.00	5.00
เฉลี่ย	0.00	3.33	3.00	4.33	6.67	5.67	6.33	6.33	5.33
28	0.00	3.00	3.00	5.00	7.00	5.00	7.00	8.00	7.00
28	0.00	4.00	4.00	5.00	9.00	7.00	9.00	8.00	7.00
28	0.00	3.00	3.00	5.00	7.00	5.00	8.00	10.00	8.00
เฉลี่ย	0.00	3.33	3.33	5.00	7.67	5.67	8.00	8.67	7.33
31	0.00	4.00	4.00	5.00	6.00	6.00	9.00	6.00	5.00
31	0.00	3.00	5.00	4.00	8.00	6.00	8.00	8.00	6.00
31	0.00	3.00	4.00	4.00	7.00	5.00	10.00	8.00	7.00
เฉลี่ย	0.00	3.33	4.33	4.33	7.00	5.87	9.00	7.33	6.00
34	0.00	3.00	4.00	6.00	7.00	5.00	8.00	10.00	7.00
34	0.00	3.00	5.00	6.00	6.00	8.00	9.00	6.00	5.00
34	0.00	3.00	5.00	4.00	6.00	7.00	10.00	10.00	7.00
เฉลี่ย	0.00	3.00	4.67	5.33	6.33	6.67	9.00	8.67	6.33
38	0.00	5.00	4.00	5.00	9.00	7.00	-	-	-
38	0.00	3.00	3.00	6.00	9.00	7.00	-	-	-
38	0.00	3.00	3.00	6.00	9.00	8.00	-	-	-
เฉลี่ย	0.00	3.67	3.33	5.67	9.00	7.33	-	-	-

ตารางผนวกที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด (total ammonia)(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)								
(ppm)	ก่อนใส่ยาสลบ	เริ่มการทดลอง	1	6	12	24	36	48	60
0	0.03	0.03	0.44	0.54	0.69	0.89	1.18	1.11	1.13
0	0.03	0.03	0.44	0.54	0.69	0.89	1.20	1.23	1.25
0	0.03	0.03	0.44	0.54	0.69	0.89	1.20	1.19	1.21
เฉลี่ย	0.03	0.03	0.44	0.54	0.69	0.89	1.19	1.17	1.20
25	0.03	0.03	0.56	0.66	0.81	1.01	1.19	1.24	1.26
25	0.03	0.03	0.77	0.89	1.02	1.22	1.21	1.17	1.19
25	0.03	0.03	0.56	0.68	0.81	1.01	1.20	1.13	1.15
เฉลี่ย	0.03	0.03	0.63	0.74	0.88	1.08	1.20	1.18	1.20
28	0.03	0.03	0.58	0.69	0.83	1.03	1.19	1.19	1.21
28	0.03	0.04	0.56	0.66	0.81	1.01	1.18	1.11	1.13
28	0.03	0.03	0.56	0.66	0.81	1.01	1.19	0.85	0.87
เฉลี่ย	0.03	0.04	0.57	0.67	0.82	1.02	1.19	1.05	1.07
31	0.03	0.05	0.37	0.57	0.62	0.82	1.19	0.94	0.96
31	0.03	0.05	0.43	0.56	0.68	0.88	1.19	0.69	0.71
31	0.03	0.04	0.53	0.63	0.78	0.98	1.18	0.78	0.80
เฉลี่ย	0.03	0.05	0.44	0.59	0.69	0.89	1.19	0.80	0.82
34	0.03	0.04	0.35	0.56	0.60	0.85	1.18	0.79	0.82
34	0.03	0.03	0.37	0.57	0.62	0.87	1.18	0.71	0.73
34	0.03	0.03	0.39	0.59	0.64	0.89	1.21	0.93	0.95
เฉลี่ย	0.03	0.04	0.37	0.57	0.62	0.87	1.19	0.81	0.83
38	0.03	0.07	0.39	0.54	0.64	0.89	-	-	-
38	0.03	0.07	0.38	0.53	0.63	0.88	-	-	-
38	0.03	0.07	0.42	0.57	0.67	0.92	-	-	-
เฉลี่ย	0.03	0.07	0.40	0.55	0.65	0.90	-	-	-

ตารางผนวกที่ 6 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)								
(ppm)	ก่อนใส่ยาสลบ	เริ่มการทดลอง	1	6	12	24	36	48	60
0	8.41	8.29	8.27	7.97	7.72	7.54	7.52	7.53	7.50
0	8.41	8.29	8.27	7.93	7.68	7.50	7.46	7.50	7.49
0	8.41	8.32	8.29	8.00	7.73	7.56	7.50	7.52	7.51
เฉลี่ย	8.41	8.30	8.28	7.97	7.71	7.53	7.49	7.52	7.50
25	8.41	8.31	8.33	8.07	7.65	7.35	7.32	7.39	7.35
25	8.41	8.30	8.31	8.02	7.58	7.35	7.32	7.40	7.35
25	8.41	8.31	8.32	8.01	7.58	7.34	7.33	7.38	7.34
เฉลี่ย	8.41	8.31	8.32	8.03	7.60	7.35	7.32	7.39	7.35
28	8.41	8.32	8.34	8.08	7.60	7.35	7.43	7.41	7.35
28	8.41	8.31	8.32	7.99	7.53	7.39	7.41	7.40	7.34
28	8.41	8.33	8.35	8.11	7.62	7.34	7.40	7.41	7.35
เฉลี่ย	8.41	8.32	8.34	8.06	7.58	7.36	7.41	7.41	7.35
31	8.41	8.32	8.32	8.07	7.63	7.36	7.45	7.43	7.40
31	8.41	8.31	8.31	8.03	7.61	7.34	7.43	7.44	7.41
31	8.41	8.31	8.32	8.02	7.62	7.34	7.41	7.42	7.39
เฉลี่ย	8.41	8.31	8.32	8.04	7.62	7.35	7.43	7.43	7.40
34	8.41	8.31	8.32	7.99	7.58	7.33	7.42	7.43	7.39
34	8.41	8.33	8.33	8.06	7.64	7.35	7.45	7.43	7.39
34	8.41	8.32	8.33	8.05	7.62	7.34	7.43	7.44	7.41
เฉลี่ย	8.41	8.32	8.33	8.03	7.61	7.34	7.43	7.43	7.40
38	8.41	8.33	8.33	8.04	7.59	7.35	-	-	-
38	8.41	8.33	8.33	8.01	7.50	7.36	-	-	-
38	8.41	8.32	8.33	8.02	7.59	7.37	-	-	-
เฉลี่ย	8.41	8.33	8.33	8.02	7.56	7.36	-	-	-

ตารางผนวกที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่าง(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)								
(ppm)	ก่อนใส่ยาสลบ	เริ่มการทดลอง	1	6	12	24	36	48	60
0	16.00	13.00	13.00	16.00	15.00	11.00	13.00	24.00	21.00
0	16.00	12.00	14.00	12.00	16.00	19.00	15.00	25.00	24.00
0	16.00	12.00	16.00	17.00	17.00	18.00	14.00	19.00	20.00
เฉลี่ย	16.00	12.33	14.33	15.00	16.00	18.00	14.00	22.67	21.67
25	16.00	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00	15.00	16.00	19.00
25	16.00	14.00	15.00	12.00	14.00	14.00	15.00	20.00	17.00
25	16.00	14.00	14.00	14.00	13.00	11.00	12.00	23.00	15.00
เฉลี่ย	16.00	14.67	14.67	13.67	14.00	13.67	14.00	19.67	17.00
28	16.00	18.00	14.00	16.00	16.00	12.00	15.00	26.00	24.00
28	16.00	16.00	13.00	14.00	15.00	15.00	15.00	21.00	23.00
28	16.00	13.00	16.00	20.00	17.00	18.00	16.00	19.00	21.00
เฉลี่ย	16.00	15.67	14.33	16.67	16.00	15.00	15.33	22.00	22.67
31	16.00	16.00	14.00	17.00	18.00	16.00	15.00	27.00	26.00
31	16.00	16.00	13.00	13.00	19.00	14.00	14.00	20.00	21.00
31	16.00	13.00	14.00	15.00	18.00	17.00	14.00	20.00	23.00
เฉลี่ย	16.00	15.00	13.67	15.00	18.33	15.67	14.33	22.33	23.33
34	16.00	13.00	16.00	16.00	15.00	19.00	17.00	14.00	16.00
34	16.00	16.00	14.00	14.00	14.00	15.00	12.00	20.00	14.00
34	16.00	13.00	14.00	17.00	15.00	14.00	13.00	16.00	15.00
เฉลี่ย	16.00	14.00	14.67	15.67	14.67	16.00	14.00	16.67	15.00
38	16.00	15.00	16.00	14.00	15.00	17.00	-	-	-
38	16.00	16.00	13.00	13.00	16.00	13.00	-	-	-
38	16.00	17.00	13.00	13.00	14.00	20.00	-	-	-
เฉลี่ย	16.00	16.00	14.00	13.33	15.00	16.67	-	-	-

ตารางผนวกที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้าง(มิลลิกรัมต่อลิตร) ในระหว่างการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลันของ benzocaine ต่อปลาสลอดภายในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	เวลา (ชั่วโมง)								
(ppm)	ก่อนใส่ยาสลบ	เริ่มการทดลอง	1	6	12	24	36	48	60
0	30.00	26.00	32.00	26.00	40.00	26.00	40.00	38.00	40.00
0	30.00	30.00	28.00	32.00	34.00	24.00	42.00	36.00	34.00
0	30.00	28.00	34.00	28.00	34.00	24.00	38.00	34.00	32.00
เฉลี่ย	30.00	28.00	31.33	28.67	36.00	24.67	40.00	38.00	35.33
25	30.00	26.00	20.00	30.00	34.00	24.00	40.00	24.00	36.00
25	30.00	28.00	24.00	28.00	36.00	26.00	38.00	28.00	30.00
25	30.00	28.00	34.00	30.00	38.00	24.00	32.00	40.00	28.00
เฉลี่ย	30.00	27.33	26.00	29.33	36.00	24.67	36.67	30.67	31.33
28	30.00	30.00	20.00	28.00	36.00	26.00	34.00	40.00	40.00
28	30.00	30.00	36.00	28.00	32.00	28.00	28.00	26.00	32.00
28	30.00	28.00	26.00	28.00	34.00	28.00	30.00	26.00	36.00
เฉลี่ย	30.00	29.33	27.33	28.00	34.00	27.33	30.67	30.67	36.00
31	30.00	32.00	26.00	30.00	38.00	38.00	34.00	24.00	40.00
31	30.00	28.00	28.00	32.00	32.00	36.00	38.00	38.00	30.00
31	30.00	32.00	36.00	30.00	34.00	34.00	36.00	32.00	30.00
เฉลี่ย	30.00	30.67	30.00	30.67	34.67	36.00	36.00	31.33	33.33
34	30.00	28.00	28.00	30.00	34.00	22.00	34.00	36.00	32.00
34	30.00	26.00	30.00	28.00	30.00	26.00	34.00	38.00	28.00
34	30.00	30.00	30.00	30.00	26.00	30.00	38.00	40.00	36.00
เฉลี่ย	30.00	27.33	29.33	29.33	30.00	26.00	35.33	36.00	32.00
38	30.00	30.00	28.00	36.00	28.00	26.00	-	-	-
38	30.00	30.00	28.00	22.00	34.00	30.00	-	-	-
38	30.00	28.00	24.00	36.00	34.00	34.00	-	-	-
เฉลี่ย	30.00	29.33	26.67	31.33	32.00	30.00	-	-	-

ตารางผนวกที่ 9 อาการปลาสอดเพศผู้เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง

ตัวที่	10 นาที	20 นาที	30 นาที	1 ชม.	6 ชม.	12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.	60 ชม.
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
10	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1

หมายเหตุ 0 = ปลาว่ายน้ำช้า ๆ ดูเป็นปกติและตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง

1 = ปลานิ่งขยับครีบเล็กน้อยและมีการเคลื่อนไหวที่เป็นครั้งคราว

ตารางผนวกที่ 10 อาการปลาสอดเพศเมียเมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง

ตัวที่	10 นาที	20 นาที	30 นาที	1 ชม.	6 ชม.	12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.	60 ชม.
1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
8	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
10	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

หมายเหตุ 0 = ปลาว่ายน้ำช้า ๆ ดูเป็นปกติและตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง

1 = ปลานิ่งขยับครีบเล็กน้อยและมีการเคลื่อนไหวที่เป็นครั้งคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 อาการปลาสอดเพศผู้เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 21 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง

ตัวที่	10 นาที	20 นาที	30 นาที	1 ชม.	6 ชม.	12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.	60 ชม.
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
10	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

หมายเหตุ 0 = ปลาว่ายน้ำช้า ๆ ดูเป็นปกติและตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง

1 = ปลานิ่งขยับครีบเล็กน้อยและมีการเคลื่อนไหวที่เป็นครั้งคราว

ตารางผนวกที่ 12 อาการปลาสอดเพศเมียเมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 21 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง

ตัวที่	10 นาที	20 นาที	30 นาที	1 ชม.	6 ชม.	12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.	60 ชม.
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
10	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

หมายเหตุ 0 = ปลาว่ายน้ำช้า ๆ ดูเป็นปกติและตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง

1 = ปลานิ่งขยับครีบเล็กน้อยและมีการเคลื่อนไหวที่เป็นครั้งคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13 อาการปลาสอดผู้เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 22 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง

ตัวที่	10 นาที	20 นาที	30 นาที	1ชม.	6 ชม.	12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.	60 ชม.
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
10	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

หมายเหตุ 0 = ปลาว่ายน้ำช้า ๆ ดูเป็นปกติและตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง

1 = ปลานิ่งขยับครีบเล็กน้อยและมีการเคลื่อนไหวที่เป็นครั้งคราว

ตารางผนวกที่ 14 อาการปลาสอดเพศเมียเมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 22 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง

ตัวที่	10 นาที	20 นาที	30 นาที	1 ชม.	6 ชม.	12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.	60 ชม.
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
9	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
10	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

หมายเหตุ 0 = ปลาว่ายน้ำช้า ๆ ดูเป็นปกติและตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง

1 = ปลานิ่งขยับครีบเล็กน้อยและมีการเคลื่อนไหวที่เป็นครั้งคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 15 อาการปลาสอดเพศผู้เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 23 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง

ตัวที่	10 นาที	20 นาที	30 นาที	1 ชม.	6 ชม.	12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.	60 ชม.
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
10	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

หมายเหตุ 0 = ปลาว่ายน้ำช้า ๆ ดูเป็นปกติและตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง

1 = ปลานิ่งขยับครีบเล็กน้อยและมีการเคลื่อนไหวที่เป็นครั้งคราว

ตารางผนวกที่ 16 อาการปลาสอดเพศเมียเมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 23 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง

ตัวที่	10นาที	20นาที	30นาที	1 ชม.	6 ชม.	12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.	60 ชม.
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
9	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
10	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

หมายเหตุ 0 = ปลาว่ายน้ำช้า ๆ ดูเป็นปกติและตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง

1 = ปลานิ่งขยับครีบเล็กน้อยและมีการเคลื่อนไหวที่เป็นครั้งคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 17 อาการปลาสอดเพศผู้เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 24 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง

ตัวที่	10 นาที	20 นาที	30 นาที	1 ชม.	6 ชม.	12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.	60 ชม.
1	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2
2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2
6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
9	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2
10	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2

หมายเหตุ 0 = ปลาว่ายน้ำช้า ๆ ดูเป็นปกติและตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง

1 = ปลานิ่งขยับครีบเล็กน้อยและมีการเคลื่อนไหวที่เป็นครั้งคราว

2 = ปลาเสียการทรงตัง , ตัวเอียง , จมอยู่ก้นโหล

ตารางผนวกที่ 18 อาการปลาสอดเพศเมียเมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 24 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง

ตัวที่	10 นาที	20 นาที	30 นาที	1 ชม.	6 ชม.	12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.	60 ชม.
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2
7	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
9	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
10	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2

หมายเหตุ 0 = ปลาว่ายน้ำช้า ๆ ดูเป็นปกติและตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง

1 = ปลานิ่งขยับครีบเล็กน้อยและมีการเคลื่อนไหวที่เป็นครั้งคราว

2 = ปลาเสียการทรงตัง , ตัวเอียง , จมอยู่ก้นโหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 19 อาการปลาสอดเพศผู้เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง

ตัวที่	10 นาที	20 นาที	30 นาที	1ชม.	6 ชม.	12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.	60 ชม.
1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
4	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2
5	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
6	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
10	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

หมายเหตุ 0 = ปลาว่ายน้ำช้า ๆ ดูเป็นปกติและตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง

1 = ปลานิ่งขยับครีบเล็กน้อยและมีการเคลื่อนไหวที่เป็นครั้งคราว

2 = ปลาเสียการทรงตัง , ตัวเอียง , จมอยู่ก้นโหล

ตารางผนวกที่ 20 อาการปลาสอดเพศเมียเมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาแตกต่างกันภายใน 60 ชั่วโมง

ตัวที่	10 นาที	20 นาที	30 นาที	1 ชม.	6 ชม.	12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.	60 ชม.
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
7	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2
8	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
10	0	0	1	2	2	2	2	2	2	2

หมายเหตุ 0 = ปลาว่ายน้ำช้า ๆ ดูเป็นปกติและตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นช้าลง

1 = ปลานิ่งขยับครีบเล็กน้อยและมีการเคลื่อนไหวที่เป็นครั้งคราว

2 = ปลาเสียการทรงตัง , ตัวเอียง , จมอยู่ก้นโหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 21 ระยะเวลาที่ปลาสอดเริ่มสลบ(induce time) และฟื้นตัว(recovery time) เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในเวลา 60ชั่วโมง

ตัวที่	induce time (นาที)		recovery time (นาที)	
	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้
1	6.51	5.59	0.12	0.24
2	6.45	5.56	0.16	0.11
3	6.57	6.28	0.11	0.12
4	6.52	6.31	0.17	0.19
5	6.53	6.29	0.18	0.10
6	6.54	6.31	0.19	0.11
7	6.58	6.25	0.10	0.10
8	6.50	6.38	0.16	0.09
9	6.57	6.43	0.23	0.10
10	6.45	6.48	0.13	0.11
เฉลี่ย	6.52	6.19	0.16	0.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 22 ระยะเวลาที่ปลาสอดเริ่มสลบ(induce time) และฟื้นตัว(recovery time) เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 21 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในเวลา 60 ชั่วโมง

ตัวที่	induce time (นาที)		recovery time (นาที)	
	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้
1	5.53	5.56	0.19	0.14
2	5.52	5.45	0.22	0.17
3	6.03	5.57	0.18	0.15
4	5.36	5.61	0.16	0.20
5	6.02	6.03	0.22	0.17
6	6.02	5.48	0.17	0.16
7	6.04	6.01	0.18	0.20
8	5.56	5.43	0.23	0.16
9	6.01	5.50	0.19	0.18
10	6.04	6.15	0.23	0.20
เฉลี่ย	5.81	5.68	0.20	0.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 23 ระยะเวลาที่ปลาสอดเริ่มสลบ(induce time) และฟื้นตัว(recovery time) เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 22 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในเวลา 60ชั่วโมง

ตัวที่	induce time (นาที)		recovery time (นาที)	
	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้
1	4.58	4.47	0.22	0.18
2	4.50	4.50	0.24	0.20
3	5.32	4.45	0.21	0.22
4	5.30	4.46	0.30	0.20
5	5.33	4.05	0.22	0.19
6	5.31	4.50	0.21	0.21
7	5.33	4.49	0.31	0.23
8	5.30	4.54	0.26	0.20
9	5.32	4.55	0.27	0.18
10	5.30	4.51	0.25	0.20
เฉลี่ย	5.16	4.45	0.25	0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 24 ระยะเวลาที่ปลาสอดเริ่มสลบ(induce time) และฟื้นตัว(recovery time) เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 23 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในเวลา 60ชั่วโมง

ตัวที่	induce time (นาที)		recovery time (นาที)	
	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้
1	4.21	4.00	0.27	0.22
2	4.20	3.55	0.21	0.24
3	4.22	3.58	0.25	0.26
4	4.18	3.49	0.22	0.21
5	4.20	3.50	0.27	0.25
6	4.21	3.57	0.29	0.25
7	4.22	3.58	0.26	0.23
8	4.23	3.43	0.26	0.24
9	4.19	3.58	0.24	0.20
10	4.23	3.50	0.29	0.22
เฉลี่ย	4.21	3.58	0.26	0.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 25 ระยะเวลาที่ปลาสอดเริ่มสลบ(induce time) และฟื้นตัว(recovery time) เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 24 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในเวลา 60 ชั่วโมง

ตัวที่	induce time (นาที)		recovery time (นาที)	
	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้
1	3.44	3.44	0.30	0.28
2	3.35	3.45	0.29	0.24
3	3.41	3.39	0.34	0.26
4	3.39	3.10	0.29	0.21
5	3.54	3.42	0.27	0.25
6	3.32	3.43	0.29	0.25
7	3.40	3.41	0.26	0.23
8	3.39	3.39	0.26	0.24
9	3.42	3.36	0.24	0.28
10	3.37	3.40	0.29	0.27
เฉลี่ย	3.40	3.38	0.28	0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 26 ระยะเวลาที่ปลาสอดเริ่มสลบ(induce time) และฟื้นตัว(recovery time) เมื่อได้รับยาสลบ benzocaine ที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในเวลา 60ชั่วโมง

ตัวที่	induce time (นาที)		recovery time (นาที)	
	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้
1	3.23	3.30	0.34	0.28
2	3.40	3.29	0.35	0.30
3	3.28	3.31	0.34	0.26
4	3.45	3.31	0.36	0.25
5	3.50	3.35	0.33	0.25
6	3.24	3.32	0.30	0.25
7	3.26	3.31	0.31	0.29
8	3.30	3.33	0.32	0.27
9	3.26	3.28	0.31	0.28
10	3.36	3.30	0.36	0.27
เฉลี่ย	3.33	3.31	0.33	0.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 27 เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของปลาสอด ในการทดลองหาความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ของ benzocaine ในระยะเวลา 60 ชั่วโมง

ความเข้มข้น	ซ้ำที่	เวลา (ช.ม.)						
(ppm)		1	6	12	24	36	48	60
	1	0	0	0	0	0	0	0
0	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
เฉลี่ย		0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0	0
25	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
เฉลี่ย		0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	10	10	10	10
28	2	0	0	0	10	10	10	10
	3	0	0	0	10	10	10	10
เฉลี่ย		0	0	0	10	10	10	10
	1	0	0	0	30	30	30	30
31	2	0	0	0	30	30	30	30
	3	0	0	0	40	40	40	40
เฉลี่ย		0	0	0	33.33	33.33	33.33	33.33
	1	0	0	0	70	70	70	70
34	2	0	0	0	70	70	70	70
	3	0	0	0	60	60	60	60
เฉลี่ย		0	0	0	66.67	66.67	66.67	66.67
	1	0	0	40	100	100	100	100
38	2	0	0	30	100	100	100	100
	3	0	0	50	100	100	100	100
เฉลี่ย		0	0	40	100	100	100	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้