

บทที่ 4

ผลการทดลอง



ก. การศึกษาความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน

1. ความเป็นพิษของเอเบทต่อปลาหางนกยูง

ผลการทดลองปรากฏว่าเอเบทมีความเป็นพิษต่อปลาหางนกยูงค่อนข้างต่ำ ค่า LC_{50} ที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 340.70, 266.68, 229.37 และ 210.65 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 1 รูปที่ 1)

2. ความเป็นพิษของเอเบทต่อปลาฉลาม

ปรากฏว่าเอเบทมีความเป็นพิษต่อปลาฉลามสูงกว่าปลาหางนกยูง ค่า LC_{50} ที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 34.32, 27.20, 23.91 และ 22.39 ppm ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่า LC_{50} ของเอเบทระหว่างปลาทั้ง 2 ชนิด พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระยะเวลาที่ปลาได้รับเอเบทไม่ทำให้ความเป็นพิษแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งในปลาหางนกยูงและปลาฉลาม (ตารางที่ 5 รูปที่ 5 ภาคผนวก ตารางที่ 1)

3. ความเป็นพิษของฟิลาโรโอสต่อปลาหางนกยูง

ผลการทดลองปรากฏว่าฟิลาโรโอสมีความเป็นพิษต่อปลาหางนกยูงสูงกว่าเอเบท ค่า LC_{50} ที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 17.72, 13.24, 9.85 และ 8.58 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 3 รูปที่ 3)

เมื่อเปรียบเทียบค่า LC_{50} ของเอเบทและฟิลาโรโอสต่อปลาหางนกยูง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระยะเวลาที่ปลาได้รับสารพิษทั้งสองชนิดไม่ทำให้ความเป็นพิษแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 5 ภาคผนวก ตารางที่ 1)

4. ความเป็นพิษของฟิลาโรไลต์ต่อปลาฉลาม

ปรากฏว่าฟิลาโรไลต์มีความเป็นพิษต่อปลาฉลามสูงกว่าเอเบท ค่า LC_{50} ที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 20.20, 16.39, 14.76 และ 13.34 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 4 รูปที่ 4)

เมื่อเปรียบเทียบค่า LC_{50} ของเอเบทและฟิลาโรไลต์ต่อปลาฉลาม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 5 ภาคผนวก ตารางที่ 1) และระยะเวลาที่ปลาได้รับสารพิษทั้งสองชนิดก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า ค่า LC_{50} ที่ 24 กับ 48 ชั่วโมงของเอเบทต่อปลาฉลามมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า LC_{50} ที่ 24 กับ 72 ชั่วโมงของฟิลาโรไลต์ต่อปลาฉลามมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาคผนวก ตารางที่ 2)

เมื่อเปรียบเทียบค่า LC_{50} ของฟิลาโรไลต์ระหว่างปลาทั้ง 2 ชนิด และระยะเวลาที่ปลาทั้ง 2 ชนิดได้รับสารพิษ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 5 รูปที่ 6 ภาคผนวกตารางที่ 1) พบว่า ค่า LC_{50} ที่ 24 กับ 48 ชั่วโมง และค่า LC_{50} ที่ 48 กับ 72 ชั่วโมงของฟิลาโรไลต์ต่อปลาหางนกยูง ค่า LC_{50} ที่ 24 กับ 48 ชั่วโมง และค่า LC_{50} ที่ 48 กับ 96 ชั่วโมงของฟิลาโรไลต์ต่อปลาฉลาม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวก ตารางที่ 3)

5. ค่าระดับเริ่มเป็นพิษของเอเบทและฟิลาโรไลต์ต่อปลาหางนกยูงและปลาฉลาม

จากการทดลองพบว่าค่าระดับเริ่มเป็นพิษของเอเบทต่อปลาหางนกยูงและปลาฉลาม มีค่าเท่ากับ 210.50 และ 22.20 ppm ตามลำดับ สำหรับค่าระดับเริ่มเป็นพิษของฟิลาโรไลต์ต่อปลาหางนกยูงและปลาฉลาม มีค่าเท่ากับ 8.40 และ 13.20 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 6 รูปที่ 7-8)

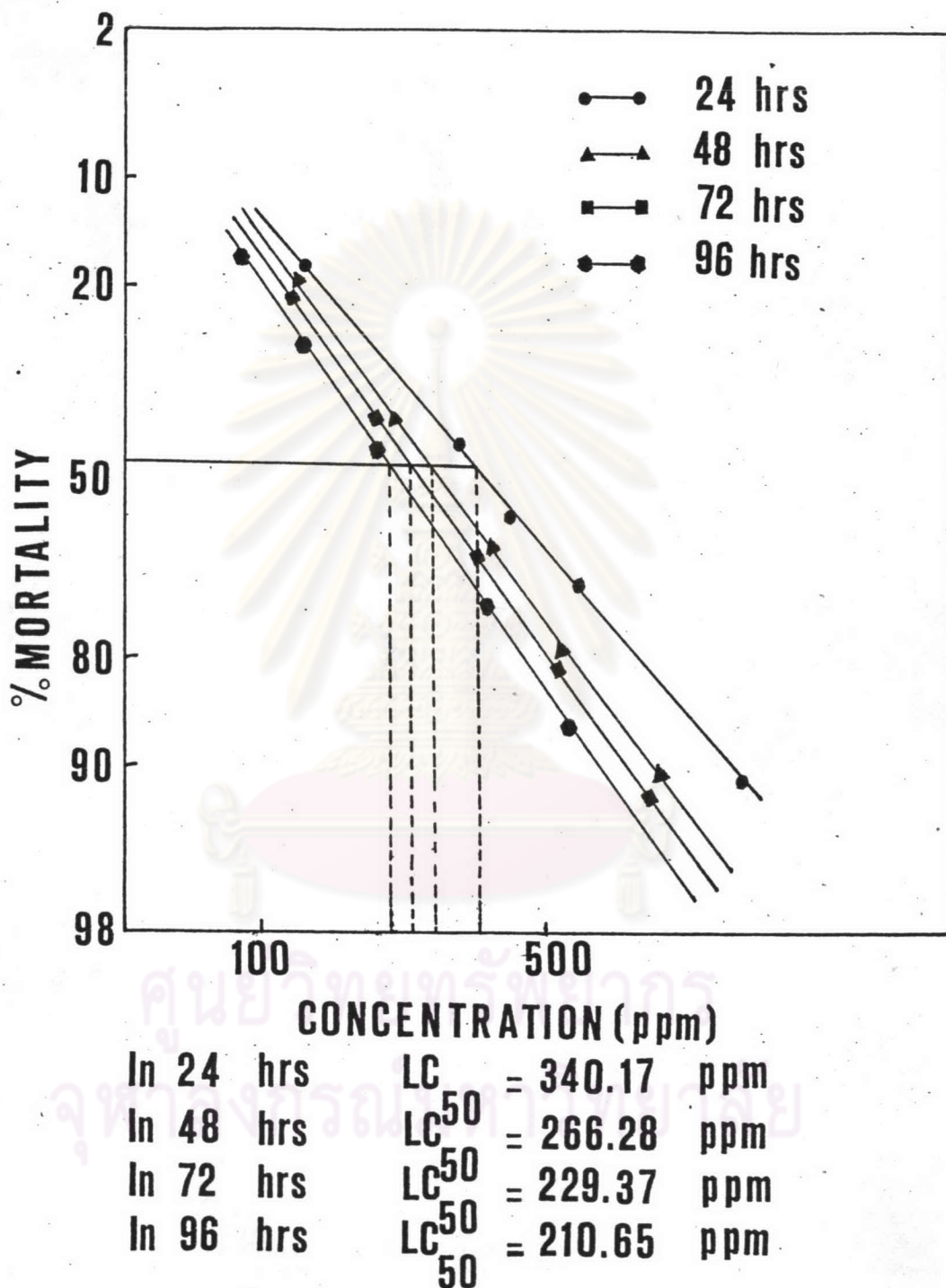
6. ระดับปลอดภัยของเอเบทและฟิลาโรไลต์ต่อปลาหางนกยูงและปลาฉลาม

จากการทดลองพบว่าระดับปลอดภัยของเอเบทต่อปลาหางนกยูงและปลาฉลาม มีค่าเท่ากับ 10.52 และ 1.12 ppm ตามลำดับ สำหรับระดับปลอดภัยของฟิลาโรไลต์ต่อปลาหางนกยูงและปลาฉลาม มีค่าเท่ากับ 0.43 และ 0.67 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ในขณะที่ทำการทดลองอุณหภูมิภายในห้องอยู่ระหว่าง 29-33 °ซ และอุณหภูมิของน้ำในโหลแก้วอยู่ระหว่าง 26.5-28.5 °ซ

ตารางที่ 1 แสดงอัตราการตายของปลาหางนกยูง Poecilia reticulata Peters ที่เวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง
เมื่อให้ออกซิเจนความเข้มข้นต่าง ๆ

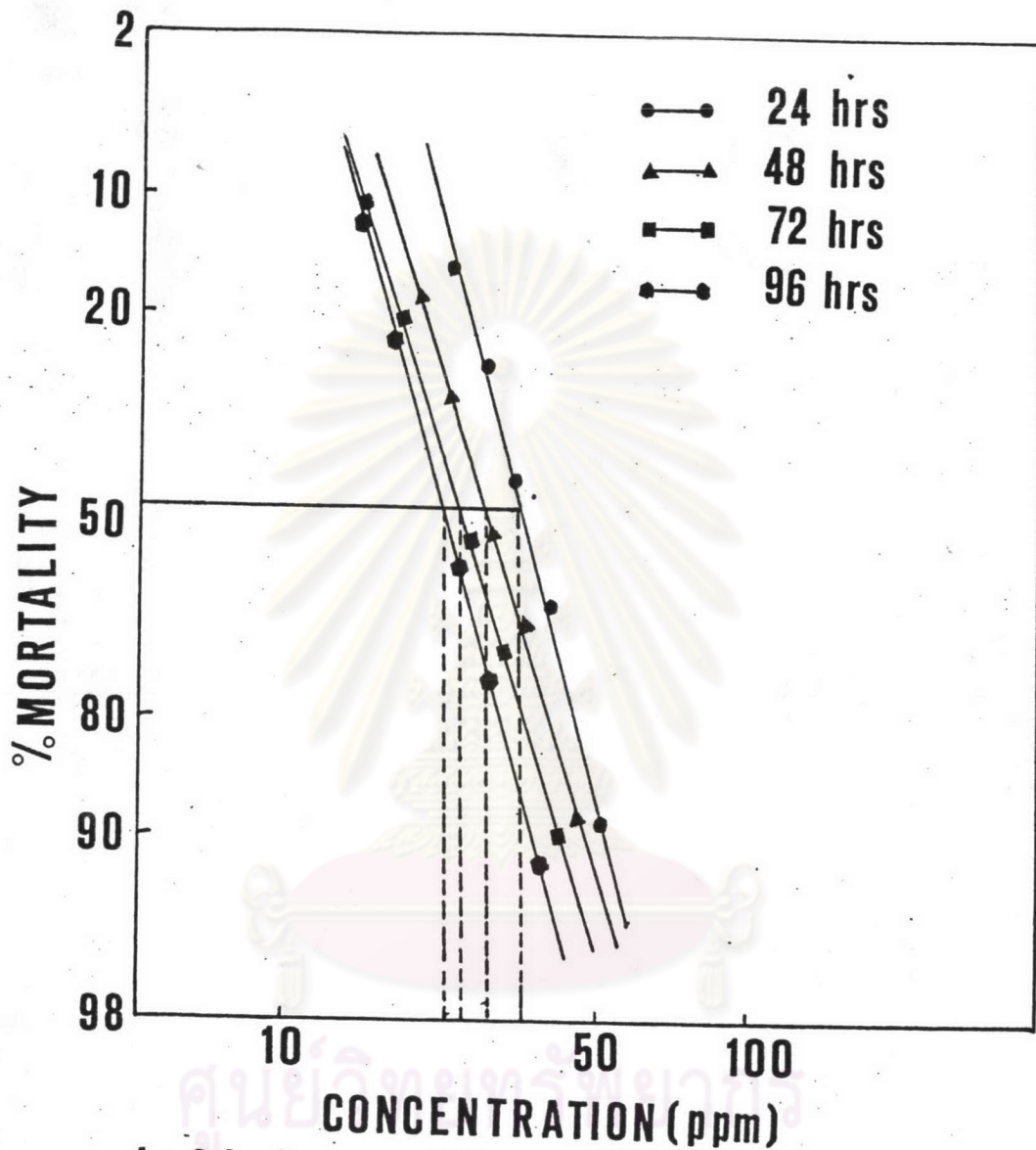
ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนปลา (ตัว)	24 ชั่วโมง		48 ชั่วโมง		72 ชั่วโมง		96 ชั่วโมง	
		% ตาย	$\bar{X} \pm SD$	% ตาย	$\bar{X} \pm SD$	% ตาย	$\bar{X} \pm SD$	% ตาย	$\bar{X} \pm SD$
กลุ่มควบคุม	100	0	0	0	0	0	0	0	0
100	100	0	0	0	0	19	1.9 ± 2.10	19	1.9 ± 2.33
150	100	22	6.2 ± 1.26	30	3.0 ± 1.32	32	3.2 ± 2.10	36	3.6 ± 2.80
200	100	32	3.2 ± 1.42	37	3.7 ± 1.42	40	4.0 ± 2.07	49	4.9 ± 1.51
400	100	47	4.7 ± 1.16	59	5.9 ± 1.77	66	6.6 ± 1.20	73	7.3 ± 1.07
600	100	70	7.0 ± 1.07	83	8.3 ± 1.48	85	8.5 ± 1.20	90	9.0 ± 0.92
800	100	86	8.6 ± 1.26	91	9.1 ± 0.52	100	100 ± 0	100	100 ± 0



รูปที่ 1 แสดงความเป็นพิษของเอเบตต่อปลาหางนกยูง Poecilia reticulata Peters ในเวลาต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 2 แสดงอัตราการตายของปลาชนิด *Tilapia nilotica* Linn. ที่เวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง
 เมื่อให้เอเบทความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนปลา (ตัว)	24 ชั่วโมง		48 ชั่วโมง		72 ชั่วโมง		96 ชั่วโมง	
		% ตาย	$\bar{X} \pm SD$	% ตาย	$\bar{X} \pm SD$	% ตาย	$\bar{X} \pm SD$	% ตาย	$\bar{X} \pm SD$
กลุ่มควบคุม	100	0	0	0	0	0	0	0	0
15	100	0	0	0	0	0	0	12	6.2 ± 0.67
20	100	0	0	29	2.9 ± 1.57	32	3.2 ± 1.75	35	3.5 ± 2.46
25	100	22	2.2 ± 1.86	40	4.0 ± 2.07	59	5.9 ± 2.27	65	6.5 ± 2.95
30	100	32	3.2 ± 2.51	57	5.7 ± 2.17	66	6.6 ± 2.25	81	8.1 ± 2.88
35	100	48	4.8 ± 2.55	65	6.5 ± 2.63	82	8.2 ± 2.53	90	9.0 ± 2.54
40	100	63	6.3 ± 2.58	85	8.5 ± 2.92	87	8.7 ± 2.63	100	100 ± 0
45	100	85	8.5 ± 3.53	100	100 ± 0	100	100 ± 0	100	100 ± 0



CONCENTRATION (ppm)	
In 24 hrs	LC ₅₀ = 34.32 ppm
In 48 hrs	LC ₅₀ = 27.20 ppm
In 72 hrs	LC ₅₀ = 23.91 ppm
In 96 hrs	LC ₅₀ = 22.39 ppm

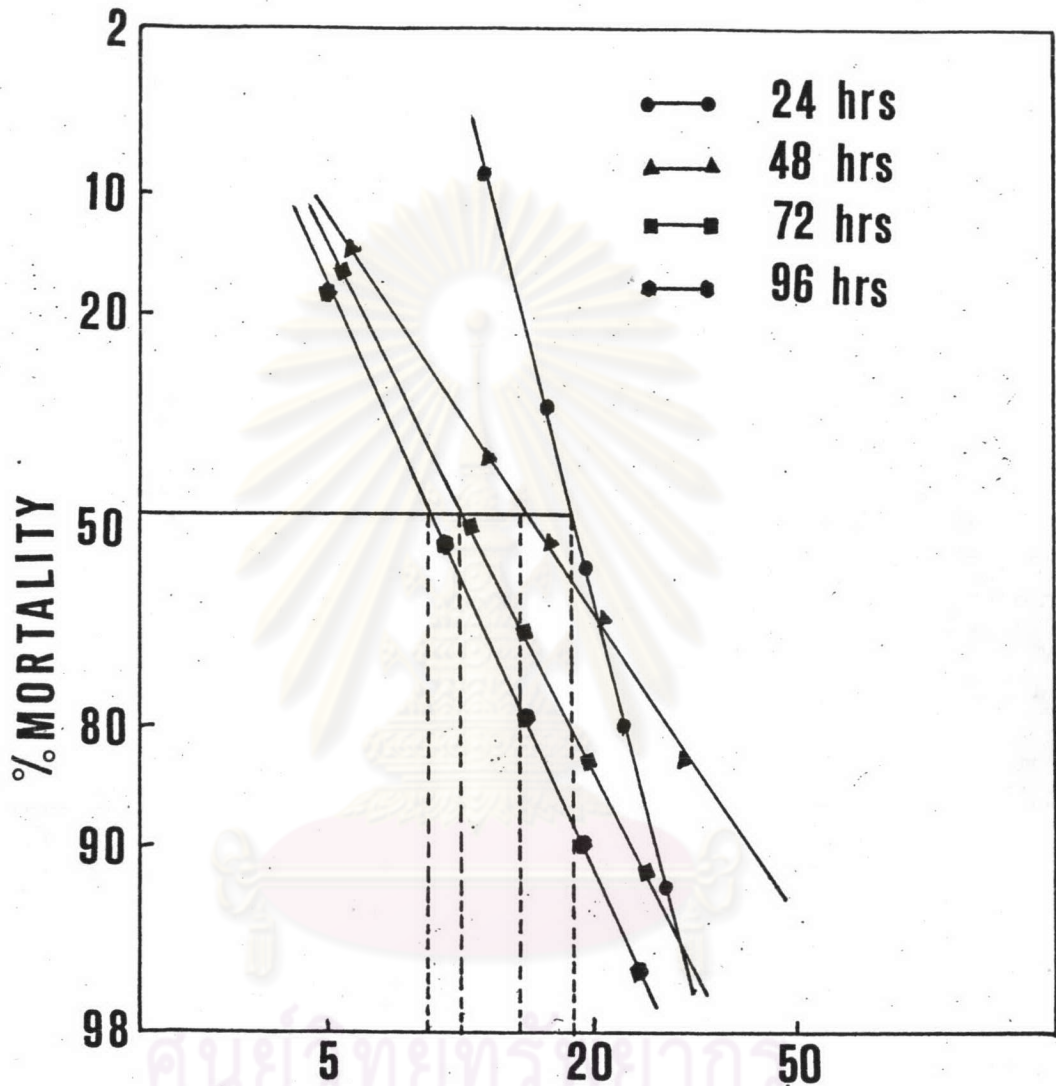
รูปที่ 2 แสดงความเป็นพิษของเอเบทต่อปลาชนิด Tilapia nilotica Linn.

ในเวลาต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 3 แสดงอัตราการตายของปลาหางนกยูง *Poecilia reticulata* Peters ที่เวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง เมื่อให้ฟอสฟอรัสความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนปลา (ตัว)	24 ชั่วโมง		48 ชั่วโมง		72 ชั่วโมง		96 ชั่วโมง	
		% ตาย	$\bar{X} \pm SD$	% ตาย	$\bar{X} \pm SD$	% ตาย	$\bar{X} \pm SD$	% ตาย	$\bar{X} \pm SD$
กลุ่มควบคุม	100	0	0	0	0	0	0	0	0
5	100	0	0	12	1.2 \pm 1.94	14	1.4 \pm 2.86	16	1.6 \pm 3.25
10	100	6	0.6 \pm 0.84	35	3.5 \pm 1.64	56	5.6 \pm 3.13	63	6.3 \pm 3.44
15	100	26	2.6 \pm 2.50	55	5.5 \pm 3.27	70	7.0 \pm 3.19	84	8.4 \pm 2.56
20	100	61	6.1 \pm 2.13	67	6.7 \pm 4.03	83	8.3 \pm 2.34	92	9.2 \pm 0.98
25	100	88	8.8 \pm 1.14	82	8.2 \pm 1.83	95	9.5 \pm 0.52	97	9.7 \pm 0.52
30	100	97	9.7 \pm 0.67	100	100 \pm 0	100	100 \pm 0	100	100 \pm 0





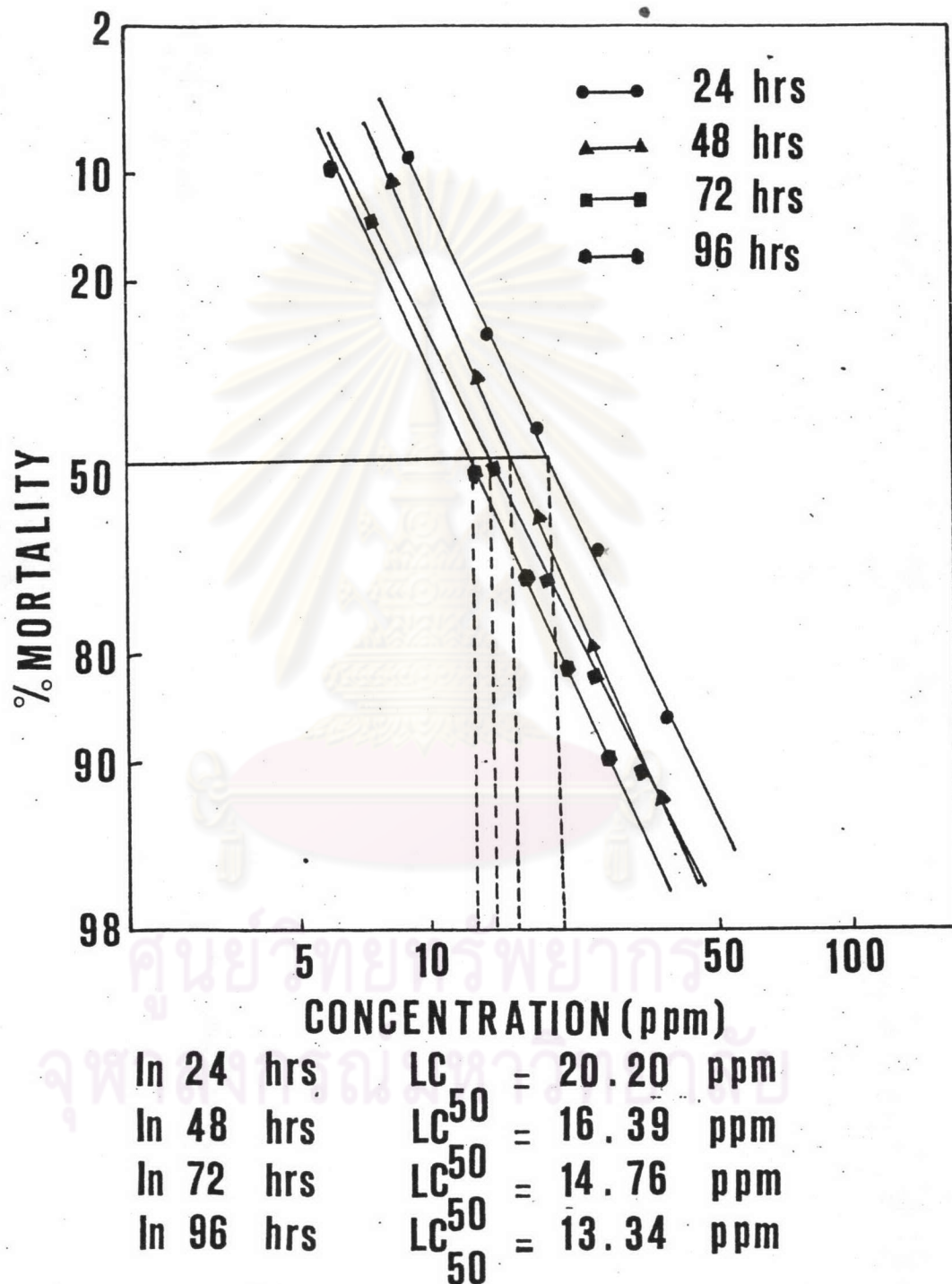
Time (hrs)	LC ₅₀ (ppm)
In 24 hrs	LC ₅₀ = 17.72 ppm
In 48 hrs	LC ₅₀ = 13.24 ppm
In 72 hrs	LC ₅₀ = 9.80 ppm
In 96 hrs	LC ₅₀ = 8.50 ppm

รูปที่ 3 แสดงความเป็นพิษของฟิลาโรไลต์ต่อปลาหางนกยูง Poecilia reticulata Peters ในเวลาต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 4 แสดงอัตราการตายของปลานิล *Tilapia nilotica* Linn. ที่เวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง

เมื่อให้ฟัลลาริโอดความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนปลา (ตัว)	24 ชั่วโมง		48 ชั่วโมง		72 ชั่วโมง		96 ชั่วโมง	
		% ตาย	$\bar{X} \pm SD$	% ตาย	$\bar{X} \pm SD$	% ตาย	$\bar{X} \pm SD$	% ตาย	$\bar{X} \pm SD$
กลุ่มควบคุม	100	0	0	0	0	0	0	0	0
5	100	0	0	0	0	5	0.5 ± 0.78	5	0.5 ± 0.5
10	100	12	1.2 ± 0.93	18	1.8 ± 0.48	18	1.8 ± 0.82	20	2.3 ± 1.29
15	100	29	2.9 ± 2.05	40	4.0 ± 4.57	52	5.2 ± 4.04	55	5.5 ± 3.86
20	100	46	4.6 ± 2.17	65	6.5 ± 3.12	73	7.3 ± 4.42	84	8.4 ± 4.43
25	100	58	5.8 ± 2.77	78	7.8 ± 3.16	83	8.3 ± 0.53	90	9.0 ± 0.50
30	100	83	8.3 ± 0.51	92	9.2 ± 0.79	100	100 ± 0	100	100 ± 0



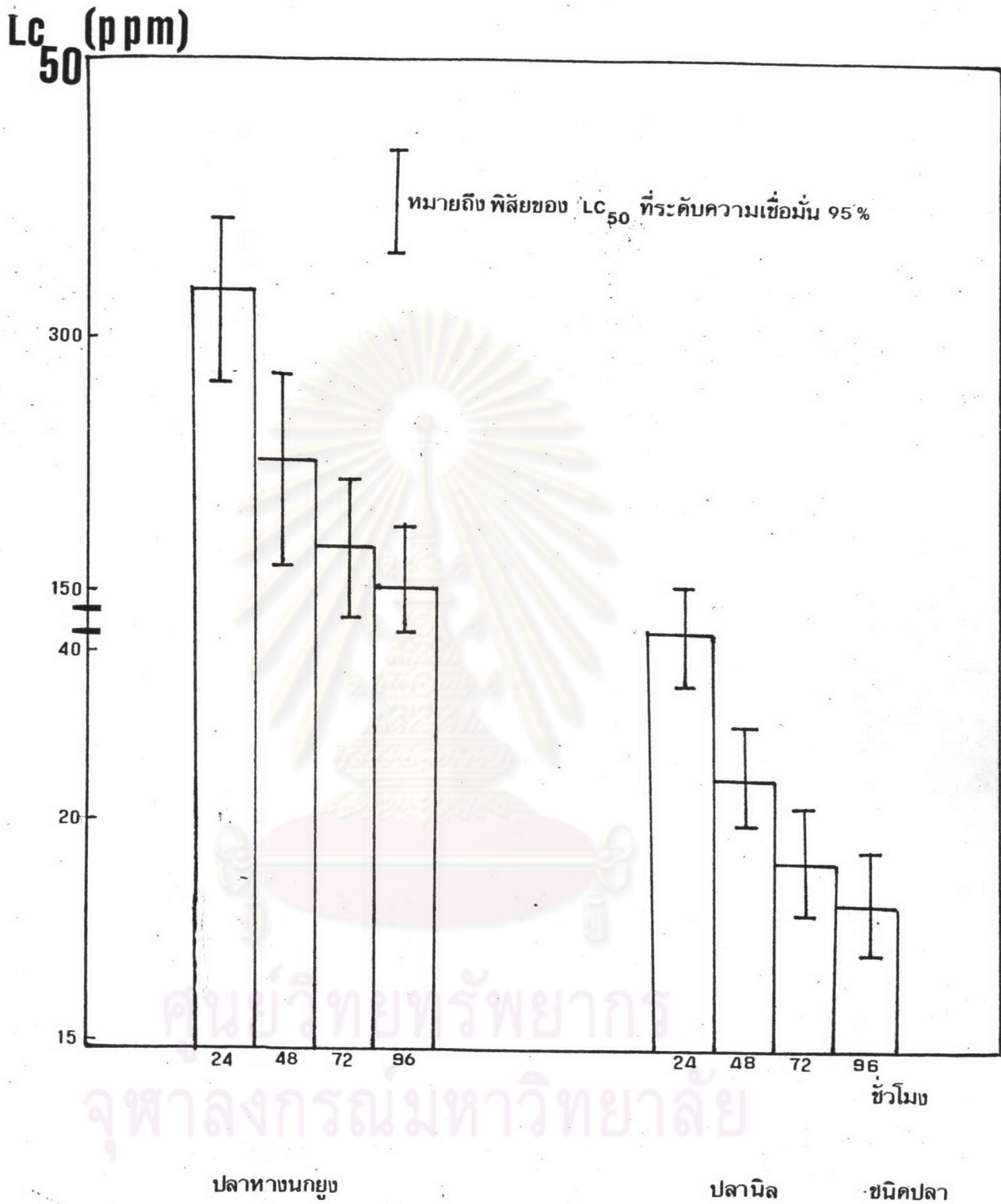
รูปที่ 4 แสดงความเป็นพิษของฟิลาโรไลต์ต่อปลาชนิด Tilapia nilotica

Linn. ในเวลาต่าง ๆ กัน

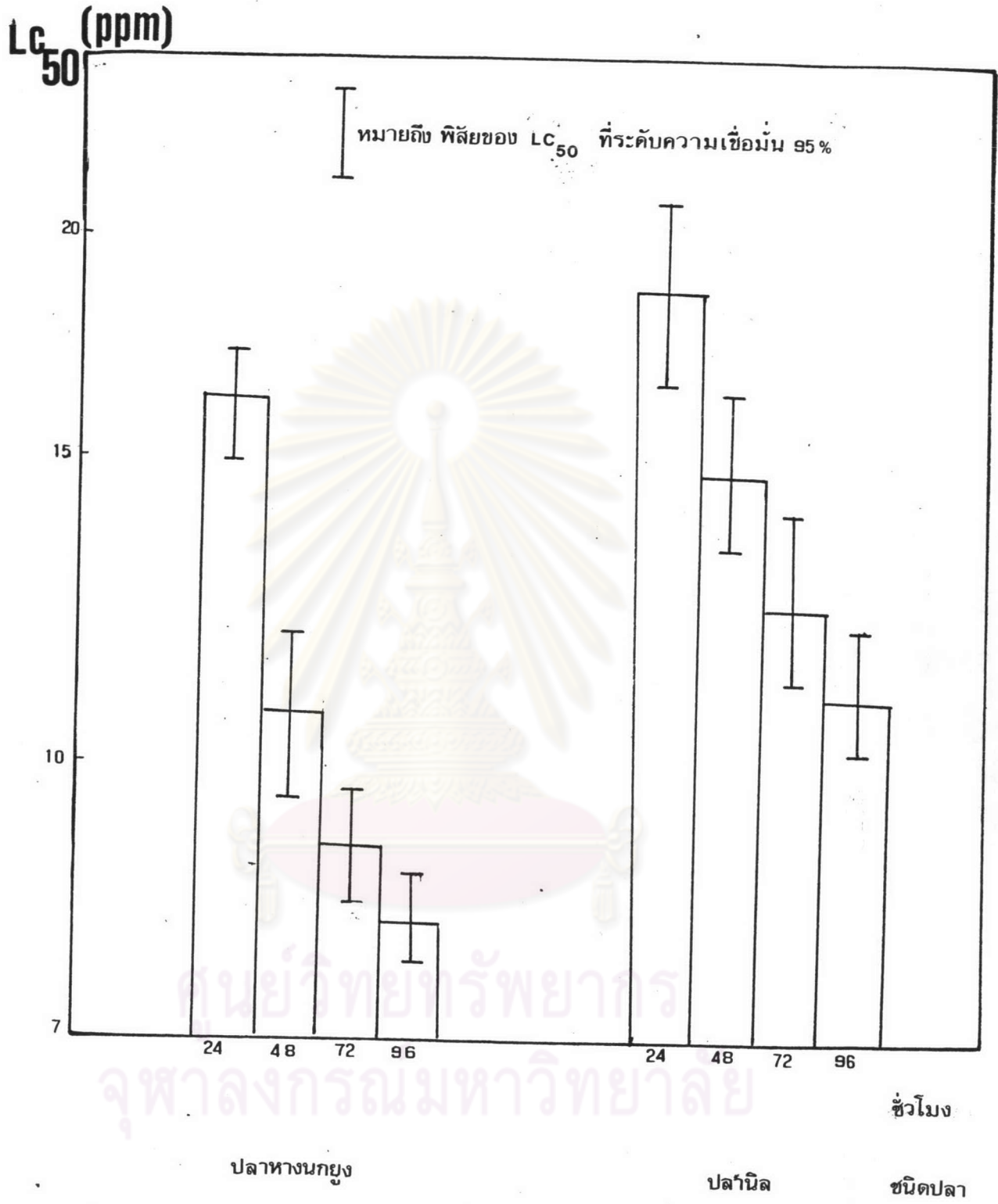
ตารางที่ 5 แสดงค่าความเป็นพิษ (LC₅₀) ของเอเบทและฟิลาโรโดลต่อปลาหางนกยูง *Poecilia reticulata* Peters และปลาดุก *Tilapia nilotica* Linn.

ชนิดของสารพิษ	ชนิดปลา	เวลา (ชั่วโมง)	LC ₅₀ (ppm)	พิสัยของ LC ₅₀ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ppm)
เอเบท	ปลาหางนกยูง	24	340.70	303.32 - 382.78
		48	266.68	236.70 - 300.48
		72	229.37	204.88 - 256.77
		96	210.65	188.97 - 234.86
เอเบท	ปลาดุก	24	34.32	32.96 - 35.73
		48	27.20	25.71 - 28.78
		72	23.91	22.38 - 25.54
		96	22.39	21.43 - 23.39
ฟิลาโรโดล	ปลาหางนกยูง	24	17.72	16.95 - 18.52
		48	13.24	12.00 - 14.59
		72	9.85	9.00 - 10.78
		96	8.58	7.85 - 9.36
ฟิลาโรโดล	ปลาดุก	24	20.20	18.95 - 21.53
		48	16.39	15.36 - 17.48
		72	14.76	13.75 - 15.84
		96	13.34	12.49 - 14.26

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5 เปรียบเทียบความเป็นพิษของเอเบตต่อปลาหางนกยูง *Poecilia reticulata* Peters และปลานิล *Tilapia nilotica* Linn. ในเวลาต่าง ๆ กัน

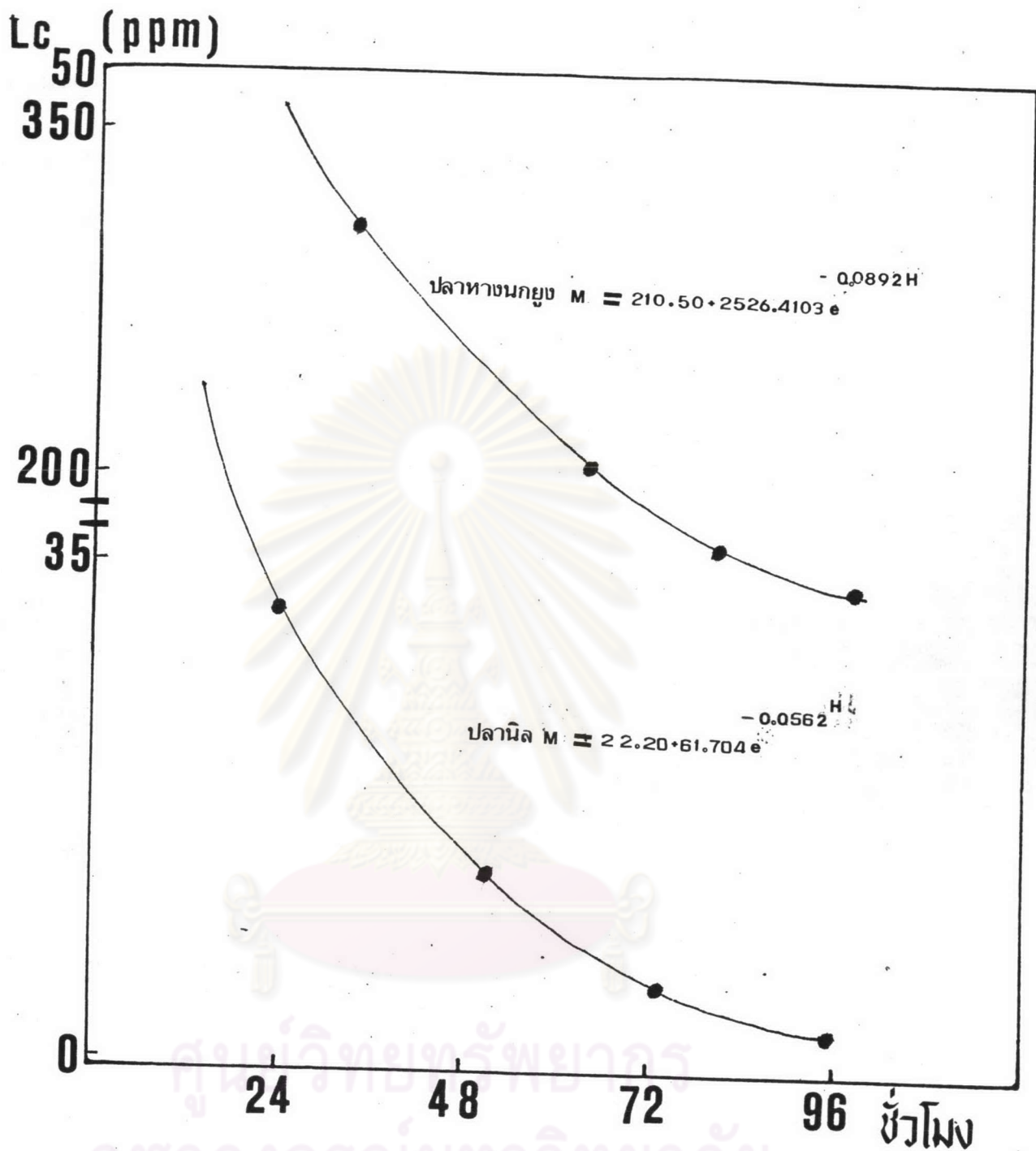


รูปที่ 6 เปรียบเทียบความเป็นพิษของฟิลาโรซิสต่อปลาหางนกยูง Poecilia reticulata Peters และปลานิล Tilapia nilotica Linn. ในเวลาต่าง ๆ กัน

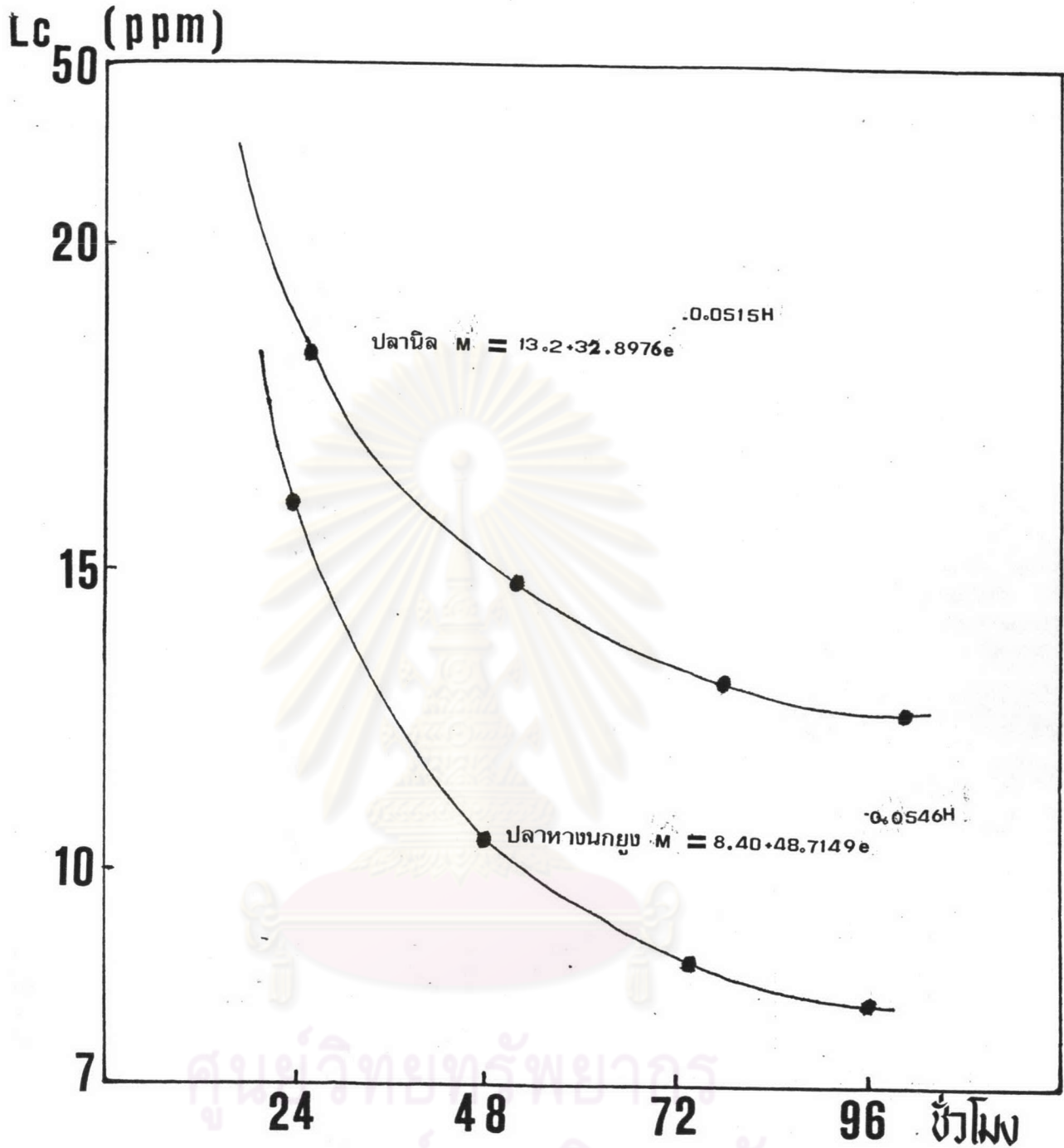
ตารางที่ 6 แสดงค่าระดับความเข้มข้นที่เริ่มเป็นพิษและระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัยของ เอเบท และฟิลาโรลต่อปลาหางนกยูง Poecilia reticulata Peters และปลาฉี่ Tilapia nilotica Linn.

ชนิดของสารพิษ	ชนิดปลา	ระดับความเข้มข้นที่เริ่มเป็นพิษ (ppm)	ระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (ppm)
เอเบท	ปลาหางนกยูง	210.50	10.53
เอเบท	ปลาฉี่	22.20	1.12
ฟิลาโรล	ปลาหางนกยูง	8.40	0.43
ฟิลาโรล	ปลาฉี่	13.20	0.67

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7 แสดงเส้นโค้งความเป็นพิษของเอเบทต่อปลาหางนกยูง Poecilia reticulata Peters และปลานิล Tilapia nilotica Linn.



รูปที่ 8 แสดงเส้นโค้งความเป็นพิษของฟิลาโรไลด์ต่อปลาหางนกยูง Poecilia reticulata Peters และปลาหมอ Tilapia nilotica Linn.

ข. การศึกษาความเป็นพิษแบบเรื้อรัง

1. ผลของ เอเบทต่อปลาหางนกยูง

1.1 ผลของเอเบทความเข้มข้น 1 ppm ต่อปลาหางนกยูง

เมื่อเริ่มต้นทดลองปลาหางนกยูง เพศผู้และเพศเมีย มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.06 ± 0.01 กรัม/ตัว และ 0.13 ± 0.01 กรัม/ตัว ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ± 0.05 ซม./ตัว และ 1.30 ± 0.005 ซม./ตัว ตามลำดับ พบว่าปลาหางนกยูง เพศผู้ตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 1, 4 และ 5 จำนวน 3, 2 และ 2 ตัวตามลำดับ ส่วนปลาหางนกยูงเพศเมีย ตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 5 จำนวน 1, 1 และ 1 ตัวตามลำดับ (ภาคผนวก ตารางที่ 4) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่อยู่รอดเพศผู้ 38 ตัว และเพศเมีย 12 ตัว (ตารางที่ 7) เท่ากับ 0.08 ± 0.01 กรัม/ตัว และ 0.19 ± 0.05 กรัม/ตัว ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.49 ± 0.08 ซม./ตัว และ 1.99 ± 0.11 ซม./ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ตลอดเวลาที่ทดลองปลาไม่แสดงอาการผิดปกติ

1.2 ผลของเอเบทความเข้มข้น 10 ppm ต่อปลาหางนกยูง

เมื่อเริ่มต้นทดลองปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมีย มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.06 ± 0.005 กรัม/ตัว และ 0.13 ± 0.01 กรัม/ตัวตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ± 0.03 ซม./ตัว และ 1.32 ± 0.01 ซม./ตัวตามลำดับ พบว่าปลาหางนกยูงเพศผู้ตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 1, 2, 4 และ 5 จำนวน 2, 2, 2 และ 3 ตัวตามลำดับ ส่วนปลาหางนกยูงเพศเมีย ตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 1, 2, 4 และ 5 จำนวน 1, 1, 1 และ 1 ตัวตามลำดับ (ภาคผนวก ตารางที่ 4) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่อยู่รอดเพศผู้ 36 ตัวและเพศเมีย 11 ตัว (ตารางที่ 7) เท่ากับ 0.10 ± 0.02 กรัม/ตัว และ 0.21 ± 0.02 กรัม/ตัวตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.46 ± 0.08 ซม./ตัว และ 1.94 ± 0.05 ซม./ตัวตามลำดับ (ตารางที่ 8) ตลอดเวลาทดลอง ปลาไม่แสดงอาการผิดปกติ

สำหรับกลุ่มทดลอง เมื่อเริ่มต้นทดลองปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมีย มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.06 ± 0.005 กรัม/ตัว และ 0.13 ± 0.01 กรัม/ตัว ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ± 0.01 ซม./ตัว และ 1.31 ± 0.05 ซม./ตัว ตามลำดับ พบว่าปลาหางนกยูง เพศผู้ ตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 1, 3 และ 5 จำนวน 2, 2 และ 2 ตัวตามลำดับ ส่วนปลาหางนกยูง

เพศเมียตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 1, 4 และ 6 จำนวน 1, 1 และ 1 ตัวตามลำดับ (ภาคผนวก ตารางที่ 4) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่อยู่รอดเพศผู้ 39 ตัว และเพศเมีย 12 ตัว (ตารางที่ 7) เท่ากับ 0.12 ± 0.07 กรัม/ตัว และ 0.20 ± 0.02 กรัม/ตัวตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 ± 0.02 ซม./ตัว และ 1.98 ± 0.15 ซม./ตัวตามลำดับ (ตารางที่ 8)

2. ผลของเอเบทต่อปลาฉลาม

2.1 ผลของเอเบทความเข้มข้น 1 ppm ต่อปลาฉลาม

เมื่อเริ่มต้นการทดลองปลาฉลามมีน้ำหนักเฉลี่ย 2.87 ± 0.23 กรัม/ตัว ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.65 ± 0.13 ซม./ตัว พบว่าปลาฉลามตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 8 จำนวน 1 ตัว (ภาคผนวกตารางที่ 5) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่อยู่รอด 14 ตัว (ตารางที่ 7) เท่ากับ 5.75 ± 0.33 กรัม/ตัว ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ± 0.20 ซม./ตัว (ตารางที่ 9) ตลอดเวลาที่ทดลองปลาไม่แสดงอาการผิดปกติ

2.2 ผลของเอเบทความเข้มข้น 10 ppm ต่อปลาฉลาม

เมื่อเริ่มต้นทดลองปลาฉลามมีน้ำหนักเฉลี่ย 2.83 ± 0.12 กรัม/ตัว ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.67 ± 0.01 ซม./ตัว พบว่าปลาฉลามตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 6, 9 และ 11 จำนวน 1, 1 และ 1 ตัวตามลำดับ (ภาคผนวกตารางที่ 5) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่อยู่รอด 12 ตัว (ตารางที่ 7) เท่ากับ 5.22 ± 0.74 กรัม/ตัว ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 ± 0.36 ซม./ตัว (ตารางที่ 9) ตลอดเวลาทดลองปลาไม่แสดงอาการผิดปกติ

สำหรับกลุ่มควบคุมเมื่อเริ่มต้นทดลองปลาฉลามมีน้ำหนักเฉลี่ย 2.83 ± 0.21 กรัม/ตัว ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 2.77 ± 0.19 ซม./ตัว พบว่าปลาฉลามตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 10 จำนวน 1 ตัว เมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่อยู่รอด 14 ตัว (ตารางที่ 7) เท่ากับ 6.44 ± 0.28 กรัม/ตัว ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 5.05 ± 0.31 ซม./ตัว (ตารางที่ 9)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการอยู่รอดระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง 1 และ 10 ppm และระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และ 10 ppm ของปลาหางนกยูง เพศผู้และเพศเมีย และปลาฉลาม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 6)

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง 1 และ 10 ppm และระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และ 10 ppm ของปลาหางนกยูง เพคู้ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปลาหางนกยูง เพคู้เมียบพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปลาผีพบที่ไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 6)

เมื่อเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง 1 และ 10 ppm และระหว่างกลุ่มทดลอง 1 และ 10 ppm ของปลาหางนกยูง เพคู้และเพคู้เมียบและปลาผีพบที่ไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 6)

3. ผลของฟิลาโรโอสต่อปลาหางนกยูง

3.1 ผลของฟิลาโรโอสความเข้มข้น 1.5 ppm ต่อปลาหางนกยูง

เมื่อเริ่มต้นทดลองปลาหางนกยูง เพคู้และเพคู้เมียบ มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.05 ± 0.005 กรัม/ตัว และ 0.13 ± 0.01 กรัม/ตัว ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ± 0.08 ซม./ตัว และ 1.31 ± 0.15 ซม./ตัว ตามลำดับ พบว่าปลาหางนกยูง เพคู้ตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 4 จำนวน 3, 2 และ 4 ตัว ตามลำดับ ส่วนปลาหางนกยูงเพคู้เมียบตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 1 และ 3 จำนวน 2 และ 1 ตัว ตามลำดับ (ภาคผนวกตารางที่ 4) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่อยู่รอดเพคู้ 36 ตัว และเพคู้เมียบ 12 ตัว (ตารางที่ 7) เท่ากับ 0.09 ± 0.04 กรัม/ตัว และ 0.21 ± 0.08 กรัม/ตัว ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 ± 0.08 ซม./ตัว และ 1.91 ± 0.14 ซม./ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 8) ตลอดเวลาทดลองปลาไม่แสดงอาการผิดปกติ

3.2 ผลของฟิลาโรโอสความเข้มข้น 9 ppm ต่อปลาหางนกยูง

เมื่อเริ่มต้นทดลองปลาหางนกยูงเพคู้และเพคู้เมียบ มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.06 ± 0.005 กรัม/ตัว และ 0.31 ± 0.01 กรัม/ตัว ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ± 0.03 ซม./ตัว และ 1.32 ± 0.15 ซม./ตัว พบว่าปลาหางนกยูงเพคู้ตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 จำนวน 18, 9, 5, 8, 1, 2, 1 และ 1 ตัว ตามลำดับ ส่วนปลาหางนกยูงเพคู้เมียบตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 1, 2, 3, 4, 6 และ 8 จำนวน 7, 2, 3, 1, 1 และ 1 ตัว ตามลำดับ (ภาคผนวกตารางที่ 4) จะเห็นว่าปลาตายหมดในเวลา 8 สัปดาห์ ผลต่อพฤติกรรมพบว่าเมื่อเริ่มทดลองปลาจะว่ายน้ำอย่างทวนทวนไปมา จากนั้นจะขึ้นมาหายใจจน

ฉิวน้ำ ฉือยฮา ไม่ลั่นใจอาหาร ในวันที่มีการเปลี่ยนน้ำทดลอง ปลาจะแสดงอาการว่าย่น้ำอย่าง
ทुरนทुरายไปมาเช่นเดียวกันกับเมื่อเริ่มต้นทดลอง ปลาจะกินอาหารน้อยลง ผอม อ่อนแอ และตาย
ในที่สุด

สำหรับกลุ่มควบคุม เมื่อเริ่มต้นทดลองปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมียมีน้ำหนักเฉลี่ย
 0.06 ± 0.01 กรัม/ตัว และ 0.13 ± 0.01 กรัม/ตัว ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ย $1.00 \pm$
 0.02 ซม./ตัว และ 1.32 ± 0.11 ซม./ตัว ตามลำดับ พบว่าปลาหางนกยูงเพศผู้ตายในระหว่าง
สัปดาห์ที่ 1 และ 3 จำนวน 1 และ 1 ตัว ตามลำดับ ส่วนปลาหางนกยูงเพศเมียตายในระหว่าง
สัปดาห์ที่ 1 และ 3 จำนวน 1 และ 1 ตัว ตามลำดับ (ภาคผนวกตารางที่ 4) เมื่อสิ้นสุดการ
ทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่อยู่รอดเพศผู้ 43 ตัว และเพศเมีย 13 ตัว (ตารางที่ 7) เท่ากับ
 0.10 ± 0.07 กรัม/ตัว และ 0.20 ± 0.03 กรัม/ตัว ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ
 1.72 ± 0.41 ซม./ตัว และ 1.90 ± 0.41 ซม./ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

4. ผลของฟิลาโรโอสต่อปลาฉิล

4.1 ผลของฟิลาโรโอสความเข้มข้น 1.5 ppm ต่อปลาฉิล

เมื่อเริ่มต้นทดลองปลาฉิลมีน้ำหนักเฉลี่ย 2.85 ± 0.10 กรัม/ตัว ความยาว
เฉลี่ย 2.73 ± 0.12 ซม./ตัว พบว่าปลาฉิลตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 7 และ 8 จำนวน 1
และ 1 ตัว ตามลำดับ (ภาคผนวกตารางที่ 5) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่
อยู่รอด 13 ตัว (ตารางที่ 7) เท่ากับ 5.48 ± 0.63 กรัม/ตัว ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ
 4.69 ± 0.59 ซม./ตัว (ตารางที่ 9) ตลอดเวลาทดลองปลาไม่แสดงอาการผิดปกติ

4.2 ผลของฟิลาโรโอสความเข้มข้น 9 ppm ต่อปลาฉิล

เมื่อเริ่มต้นทดลองปลาฉิลมีน้ำหนักเฉลี่ย 2.83 ± 0.15 กรัม/ตัว ความยาว
เฉลี่ย 2.75 ± 0.08 ซม./ตัว พบว่าปลาฉิลตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 7, 8 และ 10 จำนวน
1, 1 และ 1 ตัว ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่อยู่รอด 12 ตัว
(ตารางที่ 7) เท่ากับ 3.55 ± 0.54 กรัม/ตัว ความยาวเฉลี่ย 3.85 ± 0.17 ซม./ตัว
(ตารางที่ 9) ผลต่อพฤติกรรมพบว่าเมื่อเริ่มทดลองปลาจะว่ายน้ำอย่างทुरนทुरายไปมา จากนั้น
จะขึ้นมาหายใจบนฉิวน้ำ ฉือยฮา ซึ่งอาการเหล่านี้ปลาจะแสดงออกในวันแรกที่ทำการทดลอง
และในวันที่มีการเปลี่ยนน้ำทดลอง เท่านั้น นอกนั้นปลาไม่แสดงอาการผิดปกติ

สำหรับกลุ่มควบคุม เมื่อเริ่มต้นทดลองปลาฉลามมีน้ำหนักเฉลี่ย 2.83 ± 0.06 กรัม/ตัว ความยาวเฉลี่ย 2.72 ± 0.09 ซม./ตัว พบว่าปลาฉลามตายในระหว่างสัปดาห์ที่ 8 จำนวน 1 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่อยู่รอด 14 ตัว (ตารางที่ 7) เท่ากับ 7.56 ± 0.31 กรัม/ตัว ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 5.38 ± 0.16 ซม./ตัว (ตารางที่ 9)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการอยู่รอดระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง 1.5 และ 9 ppm และระหว่างกลุ่มทดลอง 1.5 และ 9 ppm ของปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมีย และปลาฉลาม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มควบคุมของปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมียกับกลุ่มทดลอง 1.5 ppm และในปลาฉลามระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองทั้งสองความเข้มข้น และระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองความเข้มข้นก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบอัตราการอยู่รอดระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง 9 ppm ของปลาหางนกยูงเพศผู้ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการอยู่รอดระหว่างกลุ่มทดลอง 1.5 และ 9 ppm ของปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมีย และระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง 9 ppm ของปลาหางนกยูงเพศเมีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 7)

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง 1.5 ppm ของปลาหางนกยูงเพศเมีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง 1.5 ppm ของปลาหางนกยูงเพศผู้ ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง 9 ppm และระหว่างกลุ่มทดลอง 1.5 และ 9 ppm ของปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมีย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปลาฉลาม เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง 1.5 และ 9 ppm และระหว่างกลุ่มทดลอง 1.5 และ 9 ppm พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 7)

เมื่อเปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง 1.5 และ 9 ppm และระหว่างกลุ่มทดลอง 1.5 และ 9 ppm ของปลาหางนกยูงเพศผู้และเพศเมีย และปลาฉลามพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 7)

5. การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำ

ในระหว่างการทดลอง พบว่าอุณหภูมิห้องมีค่าอยู่ระหว่าง $29-33^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิของน้ำมี

ค่าอยู่ระหว่าง 27.50-27.98 °ซ ค่า pH มีค่าอยู่ระหว่าง 6.80-7.63 ปริมาณออกซิเจนละลาย มีค่าอยู่ระหว่าง 10.23-10.37 มก./ลิตร ความเป็นต่างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 87.75-124 มก./ลิตร ความกระด้างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 105.33-137.33 มก./ลิตร และปริมาณ แอมโมเนียละลายมีค่าอยู่ระหว่าง 124.87-432.93 มก./ลิตร ยกเว้นกลุ่มทดลองปลาหาง-นกยูงในฟิลาโรล 9 ppm ที่มีปริมาณแอมโมเนียต่ำมากที่สุดคือ 29.62 มก./ลิตร (ตารางที่ 10-11 และภาคผนวกตารางที่ 10-13) เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาหางนกยูงและ ปลาฉลามในเอเบทและฟิลาโรลความเข้มข้นต่าง ๆ กับกลุ่มควบคุม พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ภาคผนวกตารางที่ 8-9)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนปลาทางนกกุง *Poecilia reticulata* Peters เพศผู้และเพศเมีย และปลาชนิด *Tilapia nilotica* Linn. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

สารพิษ	ความเข้มข้น (ppm)	ปลาทางนกกุง (ตัว)			ปลาชนิด (ตัว)	$\bar{X} \pm SD$
		เพศผู้	$\bar{X} \pm SD$	เพศเมีย		
เอเบท	กลุ่มควบคุม	39	13.00 ± 2.65	12	14	4.67 ± 0.58
	1 ppm	38	12.67 ± 2.52	12	14	4.67 ± 0.58
	10 ppm	36	12.00 ± 1.73	11	12	4.00 ± 1.73
ฟลาร์โอด	กลุ่มควบคุม	43	14.33 ± 1.15	13	14	4.67 ± 0.58
	1.5 ppm	36	12.00 ± 2.65	12	13	4.33 ± 0.80
	9 ppm	0	0	0	12	4.33 ± 0.58

หมายเหตุ เมื่อเริ่มต้นการทดลอง จำนวนปลาทางนกกุงเพศผู้ = 45 ตัว

จำนวนปลาทางนกกุงเพศเมีย = 15 ตัว

จำนวนปลาชนิด = 15 ตัว

ตารางที่ 8 แสดงน้ำหนักและความยาวของปลาหางนกยูง *Poecilia reticulata* Peters ที่เลี้ยงในน้ำที่มีเอเบทและฟอสฟอรัส

ความเข้มข้นต่าง ๆ

สารพิษ	ความเข้มข้น (ppm)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว)			ความยาวเฉลี่ย (ซม./ตัว)				
		ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
		เพศผู้ $\bar{X} \pm SD$	เพศเมีย $\bar{X} \pm SD$	เพศผู้ $\bar{X} \pm SD$	เพศเมีย $\bar{X} \pm SD$	เพศผู้ $\bar{X} \pm SD$	เพศเมีย $\bar{X} \pm SD$	เพศผู้ $\bar{X} \pm SD$	เพศเมีย $\bar{X} \pm SD$
เอเบท	กลุ่มควบคุม	0.06±0.005	0.13±0.01	0.12±0.07	0.20±0.02	1.00±0.01	1.31±0.05	1.51±0.02	1.98±0.15
	1 ppm	0.06±0.01	0.13±0.01	0.08±0.01	0.19±0.05	1.00±0.05	1.30±0.005	1.49±0.08	1.99±0.11
	10 ppm	0.06±0.005	0.13±0.01	0.10±0.02	0.21±0.02	1.00±0.03	1.32±0.01	1.46±0.08	1.94±0.05
ฟอสฟอรัส	กลุ่มควบคุม	0.06±0.01	0.13±0.01	0.10±0.07	0.20±0.03	1.00±0.02	1.32±0.11	1.72±0.41	1.90±0.41
	1.5 ppm	0.05±0.005	0.13±0.01	0.09±0.04	0.21±0.08	1.00±0.08	1.31±0.15	1.50±0.08	1.91±0.14
	9 ppm	0.06±0.005	0.13±0.01	0	0	1.00±0.03	1.32±0.15	0	0

ตารางที่ 9 แสดงน้ำหนักและความยาวของปลาชนิด Tilapia nilotica Linn. ที่เลี้ยงในน้ำที่มีเอเบทและฟลาร์โอดความเข้มข้นต่าง ๆ

สารพิษ	ความเข้มข้น (ppm)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว)		ความยาวเฉลี่ย (ซม./ตัว)	
		ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
		$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
เอเบท	กลุ่มควบคุม	2.83 ± 0.21	6.44 ± 0.28	2.77 ± 0.19	5.05 ± 0.31
	1 ppm	2.87 ± 0.23	5.75 ± 0.33	2.65 ± 0.13	4.80 ± 0.20
	10 ppm	2.83 ± 0.12	5.22 ± 0.74	2.67 ± 0.01	4.51 ± 0.36
ฟลาร์โอด	กลุ่มควบคุม	2.83 ± 0.06	7.56 ± 0.31	2.72 ± 0.09	5.38 ± 0.16
	1.5 ppm	2.85 ± 0.10	5.48 ± 0.63	2.73 ± 0.12	4.69 ± 0.59
	9 ppm	2.83 ± 0.15	3.55 ± 0.54	2.75 ± 0.08	3.85 ± 0.17

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยคุณภาพของน้ำที่ใช้ทดลองกับปลาหางนกยูง *Poecilia reticulata* Peters และปลานิล *Tilapia nilotica* Linn. เมื่อเลี้ยงในเอเบทความเข้มข้นต่าง ๆ

คุณภาพของน้ำ	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง			
			เอเบท 1 ppm		เอเบท 10 ppm	
	ปลาหางนกยูง	ปลานิล	ปลาหางนกยูง	ปลานิล	ปลาหางนกยูง	ปลานิล
อุณหภูมิน้ำ °C	27.98 ± 0.82	27.98 ± 0.30	27.67 ± 0.35	27.53 ± 0.18	27.72 ± 0.32	27.50 ± 0.25
pH	7.41 ± 0.25	6.81 ± 0.66	7.37 ± 0.14	6.80 ± 0.56	7.50 ± 0.17	7.28 ± 0.52
ปริมาณออกซิเจนละลาย มก./ลิตร	10.23 ± 0.08	10.37 ± 0.13	10.28 ± 0.09	10.31 ± 0.13	10.32 ± 0.32	10.30 ± 0.08
ความเป็นต่างของน้ำ มก./ลิตร	102.75 ± 0.72	111.50 ± 0.78	109.00 ± 0.53	87.75 ± 0.45	106.75 ± 0.16	119.75 ± 0.45
ความกระด้างของน้ำ มก./ลิตร	105.33 ± 0.98	128.00 ± 0.55	122.00 ± 0.23	133.83 ± 0.49	127.00 ± 0.42	132.50 ± 0.68
ปริมาณแอมโมเนียละลาย มก./ลิตร	163.34 ± 1.18	358.78 ± 2.35	236.61 ± 4.18	365.32 ± 3.45	267.81 ± 5.17	391.43 ± 4.23

หมายเหตุ อุณหภูมิห้องทดลองมีค่าเฉลี่ย 30.12 ± 0.18 °C

ความเป็นต่างของน้ำ วัดปริมาณ CO_3^{2-} , HCO_3^- เป็น มก./ลิตร

ความกระด้างของน้ำ วัดปริมาณ CaCO_3 เป็น มก./ลิตร

ปริมาณแอมโมเนียละลาย วัดปริมาณ $\text{NH}_3\text{-H}$ เป็น มก./ลิตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยคุณภาพของน้ำที่ใช้ทดลองกับปลาหางนกยูง *Poecilia reticulata* Peters และปลาฉี่ *Tilapia nilotica* Linn. เมื่อเลี้ยงในฟลอรโอดความเข้มข้นต่าง ๆ

คุณภาพของน้ำ	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง			
			ฟลอรโอด 1.5 ppm		ฟลอรโอด 9 ppm	
	ปลาหางนกยูง	ปลาฉี่	ปลาหางนกยูง	ปลาฉี่	ปลาหางนกยูง	ปลาฉี่
อุณหภูมิน้ำ °C	27.58 ± 0.26	27.63 ± 0.30	27.64 ± 0.42	27.50 ± 0.18	27.70 ± 0.39	27.50 ± 0.25
pH	7.4 ± 0.31	6.81 ± 0.66	7.56 ± 0.20	6.80 ± 0.56	7.63 ± 0.15	7.28 ± 0.52
ปริมาณออกซิเจนละลาย มก./ลิตร	10.35 ± 0.15	10.37 ± 0.31	10.34 ± 0.09	10.31 ± 0.13	10.33 ± 0.10	10.30 ± 0.08
ความเป็นด่างของน้ำ มก./ลิตร	119.83 ± 0.67	112.00 ± 0.12	124.00 ± 0.43	123.16 ± 0.47	108.88 ± 0.88	121.83 ± 0.72
ความกระด้างของน้ำ มก./ลิตร	134.16 ± 0.72	120.50 ± 0.64	137.00 ± 0.43	133.66 ± 0.98	119.55 ± 0.55	137.33 ± 0.78
ปริมาณแอมโมเนียละลาย มก./ลิตร	143.26 ± 2.27	327.71 ± 1.17	124.87 ± 3.53	357.82 ± 3.20	29.62 ± 1.13	432.93 ± 3.45

หมายเหตุ อุณหภูมิห้องทดลองมีค่าเฉลี่ย 30.12 ± 0.18 °C

กลุ่มทดลองปลาหางนกยูงในฟลอรโอด 9 ppm เป็นค่าเฉลี่ยในเวลา 8 สัปดาห์

ปริมาณแอมโมเนียละลายต่ำมาก เพราะปลาหางนกยูงตายในสัปดาห์แรกที่ทดลองเกือบหมด

ความเป็นด่างของน้ำ วัดปริมาณ CO_3^{2-} , HCO_3^- เป็น มก./ลิตร

ความกระด้างของน้ำ วัดปริมาณ CaCO_3 เป็น มก./ลิตร

ปริมาณแอมโมเนียละลาย วัดปริมาณ $\text{NH}_3\text{-H}$ เป็น มก./ลิตร