

บทที่ 3

ผลการทดลอง

ผลการศึกษาพิษเฉียบพลันของน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำต่อลูกปลากะพงขาว

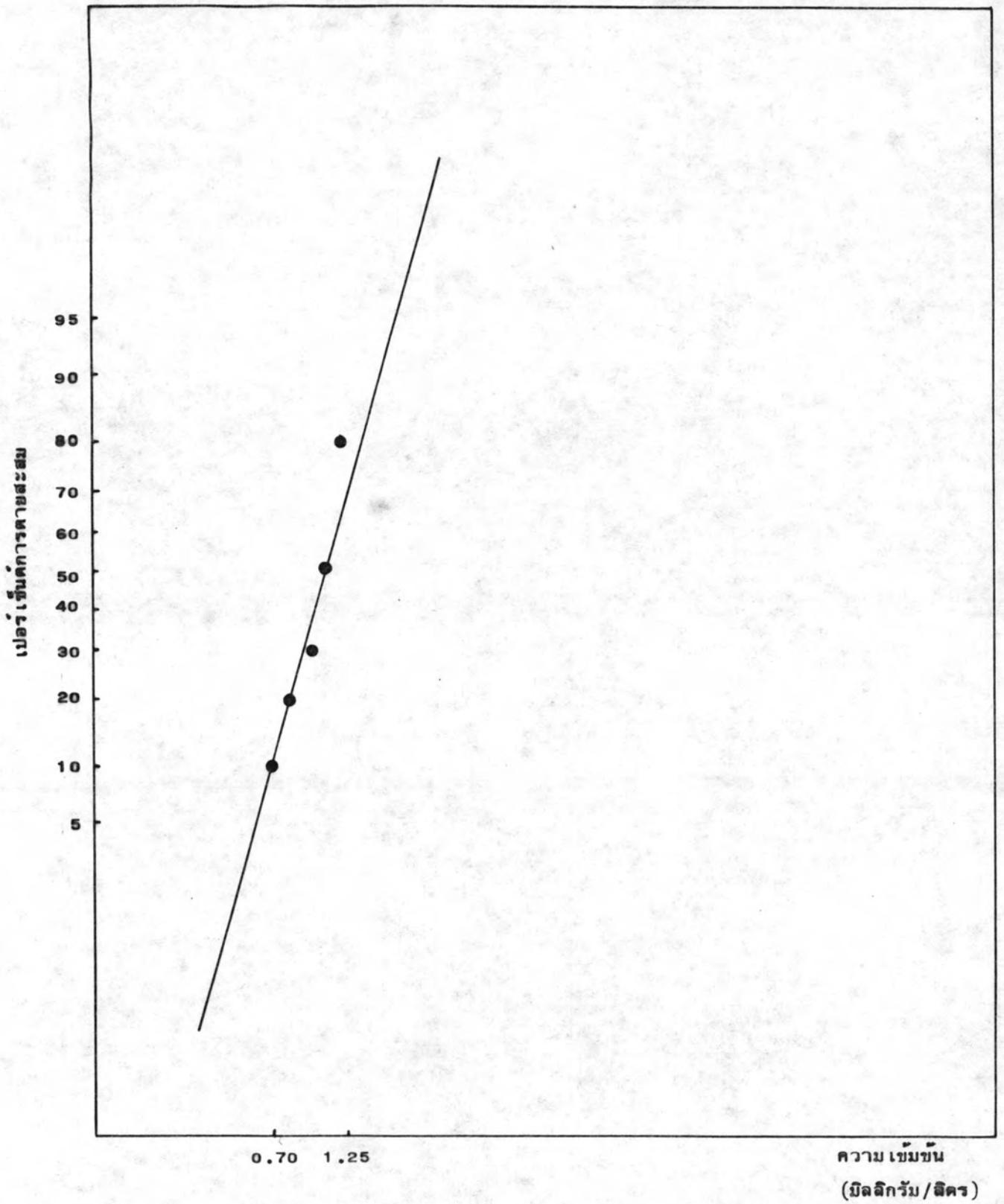
การทดลองโดยใช้น้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำที่ระดับความเข้มข้น 0.70, 0.79, 0.87, 1.0, 1.09 และ 1.25 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าอัตราการตายสะสมของลูกปลากะพงขาว ในระยะเวลา 96 ชั่วโมง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์มีดังนี้คือ 10, 20, 30, 50, 80 และ 100 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จากเปอร์เซ็นต์ดังกล่าวนำมาคำนวณค่า 96 ชั่วโมง LC50 ได้เท่ากับ 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร โดยช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ของค่า LC50 มีค่าระหว่าง 0.896 - 1.115 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าฟังก์ชันการเอียง (slope function) เท่ากับ 1.284 และมีช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ระหว่าง 1.098 - 1.501 พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 0.7 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นระดับที่ทำให้ลูกปลากะพงขาวเริ่มตาย และที่ระดับความเข้มข้น 1.25 มิลลิกรัม/ลิตร ลูกปลากะพงขาวจะเริ่มตายในชั่วโมงที่ 5 และตายหมด 100 เปอร์เซ็นต์ในเวลา 48 ชั่วโมง

ลักษณะและอาการของลูกปลากะพงขาวที่ตอบสนองต่อ WSF. ของน้ำมันดิบ พบว่าเมื่อเริ่มใส่ลูกปลากะพงขาวลงในน้ำที่มี WSF. ของน้ำมันดิบทุกระดับความเข้มข้น ลูกปลากะพงขาวจะแสดงอาการผิดปกติเมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที โดยปล่อยตัวให้ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ เอาส่วนหัวขึ้นเพื่อสูบอากาศ มีการเปิดปิดของกระพุ้งแก้มเร็วกว่ากลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะในโหลทดลองที่มีความเข้มข้นสูง ๆ คือ 1.09 และ 1.25 มิลลิกรัม/ลิตร ลูกปลาจะมีอาการผิดปกติอย่างเห็นได้ชัด คือ ลอยหัวสูบอากาศบ่อยขึ้น และว่ายอยู่กับที่โดยโบกพัดครีบอย่างรวดเร็ว ตลอดเวลา ต่อมาจะค่อย ๆ จมตัวลงก้นโหล ปลาจะมีอาการทรมานทรมาย จากนั้นสูญเสียการทรงตัว คือหงายท้องหรือว่ายน้ำตะแคง และตายในที่สุด ปลาที่ตายจะนอนสงบนิ่งอยู่กับโหล และแผ่นปิดเปิดเหงือกหยุดเคลื่อนไหว

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำในระหว่างการทดลองพิษเฉียบพลันจากตารางที่ 6 พบว่า คุณสมบัติของน้ำหลังการทดลองที่เปลี่ยนแปลงไปคือ ความเป็นกรด เป็นด่างของน้ำและปริมาณ

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของลูกปลากะพงขาวในน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำ
ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ กัน ในช่วงเวลา 96 ชั่วโมง

ระดับความเข้มข้น (มิลลิกรัม/ลิตร)	จำนวนลูกปลากะพงขาว (ตัว)	เปอร์เซ็นต์การตายสะสม (%) ที่ ชั่วโมง			
		24	48	72	96
0.0	10	0	0	0	0
0.70	10	10	10	10	10
0.79	10	20	20	20	20
0.87	10	30	30	30	30
1.0	10	40	50	50	50
1.09	10	70	80	80	80
1.25	10	90	100	100	100



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำกับ เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของลูกปลากระพงขาว

ตารางที่ 6 คุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลา 96 ชั่วโมง ในการทดลองพิษ
 เหย็บปลาน้ำจืดชนิดกบ 27 - 29 องศาเซลเซียส

ความเข้มข้นของ WSF. (มิลลิกรัม/ลิตร)	pH	Dissolved Oxygen (มิลลิกรัม/ลิตร)	Alkalinity (มิลลิอีควิวาเลนต์/ ลิตร)	Unionized ammonia (มิลลิกรัม/ลิตร)
---	----	--------------------------------------	--	---------------------------------------

เมื่อเริ่มใส่สาร

กลุ่มควบคุม	7.84	6.0	3.74	0.03
0.70	7.85	5.2	3.82	0.04
0.79	7.83	5.6	3.71	0.03
0.87	7.85	5.6	3.62	0.03
1.00	7.83	6.0	3.81	0.04
1.09	7.82	5.6	3.76	0.04
1.25	7.78	6.0	3.81	0.03

หลังใส่สาร 24 ชั่วโมง

กลุ่มควบคุม	7.96	4.0	3.71	0.07
0.70	7.90	3.2	3.69	0.06
0.79	7.85	3.8	3.72	0.08
0.87	7.88	4.0	3.41	0.07
1.00	7.87	4.4	3.75	0.05
1.09	7.88	4.2	3.69	0.07
1.25	7.83	4.5	3.55	0.07

หลังใส่สาร 48 ชั่วโมง

กลุ่มควบคุม	7.98	3.6	3.72	0.19
0.70	7.98	3.3	3.53	0.15
0.79	7.94	3.5	3.32	0.13

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ความเข้มข้นของ WSF. (มิลลิกรัม/ลิตร)	pH	Dissolved Oxygen (มิลลิกรัม/ลิตร)	Alkalinity (มิลลิอิควิวาเลนต์/ ลิตร)	Unionized ammonia (มิลลิกรัม/ลิตร)
---	----	--------------------------------------	--	---------------------------------------

หลังใส่สาร 48 ชั่วโมง

0.87	7.93	3.4	3.48	0.13
1.00	7.90	3.5	3.27	0.09
1.09	7.91	3.4	3.39	0.09
1.25	7.91	3.6	3.42	0.08

หลังใส่สาร 72 ชั่วโมง

กลุ่มควบคุม	7.98	3.6	3.72	0.19
0.70	4.98	3.3	3.53	0.15
0.79	7.94	3.5	3.32	0.13
0.87	7.97	3.2	3.42	0.18
1.00	7.91	3.4	3.31	0.10
1.09	7.94	3.5	3.32	0.11
1.25	7.93	3.6	3.32	0.09

หลังใส่สาร 96 ชั่วโมง

กลุ่มควบคุม	7.99	3.5	3.29	0.20
0.70	7.98	3.3	3.52	0.19
0.79	7.95	3.7	3.37	0.17
0.87	7.98	3.4	3.41	0.18
1.00	7.91	3.5	3.31	0.15
1.09	7.94	3.7	3.37	0.17
1.25	7.93	3.7	3.37	0.13

อันอออนไนซ์แอมโมเนียจะเพิ่มขึ้นทุกกลุ่มทดลอง นอกจากนี้ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำจะลดลงทุกระดับความเข้มข้นที่ใส่ WSF. ของน้ำมันดิบ รวมทั้งกลุ่มควบคุม ส่วน อุณหภูมิ ความเค็ม และ alkalinity ของน้ำค่อนข้างคงที่ตลอดเวลาการทดลอง

ผลของน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำในความเข้มข้นต่ำ ๆ ต่อการเจริญเติบโตและอัตราการเจริญเติบโตของลูกปลากระพงขาว

น้ำหนักลูกปลากระพงขาวในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่มี WSF. ของน้ำมันดิบความเข้มข้น 0.11, 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อเริ่มการทดลองมีค่า 4.760, 4.773, 4.783 และ 4.667 กรัม หลังจากเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักของลูกปลาในแต่ละกลุ่มมีค่า 12.450, 10.27, 7.556 และ 6.970 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 7 ภาพที่ 4 เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ด้วยวิธี Analysis of Covariance ผลปรากฏว่าปลาในทุกกลุ่มทดลองที่ใส่ WSF. ของน้ำมันดิบมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทุกสัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 8) และเมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตโดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏว่าการเจริญเติบโตของกลุ่มควบคุมและที่ความเข้มข้นที่ใส่ WSF. ของน้ำมันดิบทั้ง 3 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทุกสัปดาห์ ยกเว้นในความเข้มข้น 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร ในสัปดาห์ที่ 0-2 และสัปดาห์ที่ 6-8 ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 9) สำหรับอัตราการเจริญเติบโตพบว่า ในช่วง 2 สัปดาห์แรกทุกกลุ่มมีค่าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับทุก ๆ สัปดาห์ และลดลงมากในช่วงสัปดาห์ที่ 4 หลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 8 แต่มีค่าน้อยกว่าช่วง 2 สัปดาห์แรกในกลุ่มควบคุม ส่วนในกลุ่มที่ใส่สารพิษ พบว่าอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 6 และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 8 อัตราการเจริญเติบโตของกลุ่มที่ใส่ WSF. ของน้ำมันดิบ 0.11 มิลลิกรัม/ลิตร มีอัตราค่อนข้างคงที่ ส่วนกลุ่มที่มีความเข้มข้น 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร มีอัตราการเจริญเติบโตลดลง (ตารางที่ 10, ภาพที่ 5) เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ด้วยวิธี Analysis of Variance พบว่า ทุกความเข้มข้นที่ใส่ WSF. ของน้ำมันดิบมีอัตราการเจริญเติบโตที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมในทุกสัปดาห์ (ตารางที่ 10, ภาพที่ 5) และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของลูกปลากระพงขาวโดยวิธี Duncan's new multiple range test พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0-2 ที่ความเข้มข้น 0.23 กับ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร ไม่มีความแตกต่าง สัปดาห์ที่ 2-4 กลุ่มควบคุมกับความเข้มข้น 0.11 มิลลิกรัม/ลิตร และความเข้มข้น 0.23 กับ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร

ไม่มีความแตกต่าง ส่วนในสัปดาห์ที่ 4-6 และสัปดาห์ที่ 6-8 ได้ผลเช่นเดียวกับสัปดาห์ที่ 2-4 (ตารางที่ 11, 12)

จากการสังเกตพฤติกรรมของลูกปลากระพงขาวในกลุ่มที่ใส่ WSF. ของน้ำมันดิบ 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม พบว่า มีพฤติกรรมการรวมฝูงผิดปกติคือ แยกกันอยู่เป็นกลุ่ม ๆ ไม่รวมกัน เป็นฝูง เดี่ยว เหมือนในกลุ่มควบคุมและที่ความเข้มข้น 0.11 มิลลิกรัม/ลิตร บางครั้งว่ายน้ำไปมาไม่หยุดนิ่ง และความสามารถในการกินอาหารช่วงปลายการทดลองลดลงอย่างเห็นได้ชัด

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำในระหว่างการทดลอง จากตารางที่ 13 พบว่า คุณสมบัติของน้ำหลังการทดลองที่เปลี่ยนแปลงไปคือ ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มทดลอง ค่าออกซิเจนละลายมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อเติม WSF. ของน้ำมันดิบลงไปแต่กลับมีค่าเพิ่มขึ้นในเวลาต่อมา เนื่องจากมีการให้อากาศลดการทดลอง ปริมาณอินทรีย์อนินทรีย์แอมโมเนียมีค่าเพิ่มขึ้นทุกกลุ่มทดลอง ส่วน ความเค็ม อุณหภูมิ และ alkalinity ของน้ำมีค่าคงที่ตลอดเวลาการทดลอง

ผลของน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำในความเข้มข้นต่ำ ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อของลูกปลากระพงขาว

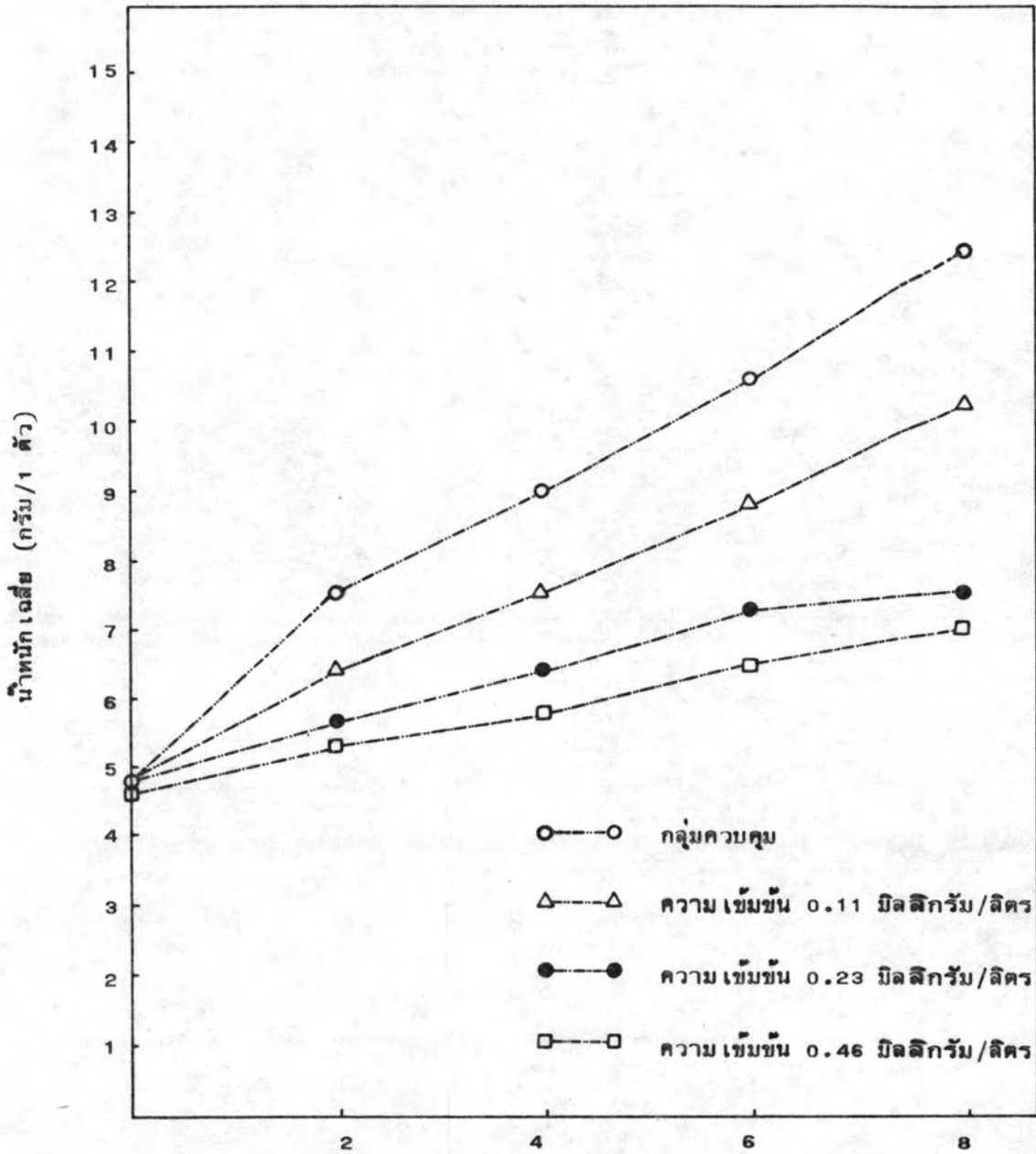
จากการศึกษาตัวอย่างเนื้อเยื่อลูกปลากระพงขาวในช่วงเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ พบว่า ลักษณะของเนื้อเยื่อ ตา, กระเพาะอาหาร, ลำไส้, ไต และผิวหนังของลูกปลาในกลุ่มที่มี WSF. ของน้ำมันดิบ 0.11, 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ส่วนเนื้อเยื่อเหงือก, ออลแฟกตอรีออร์แกน และ ตับของลูกปลากระพงขาวในทุกระดับความเข้มข้นจะแตกต่างจากกลุ่มควบคุม ดังนี้

เหงือก

ในสัปดาห์ที่ 2 ลูกปลากระพงขาวที่เลี้ยงใน WSF. ของน้ำมันดิบ ความเข้มข้น 0.11 มิลลิกรัม/ลิตร มีความแตกต่างจากเนื้อเยื่อเหงือกปกติ (ภาพที่ 6,7) คือ กิ่งเหงือก (secondary lamellae) มีอาการบวมน้ำ (edema) เล็กน้อย ที่ความเข้มข้น 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร จะมีการบวมน้ำที่กิ่งเหงือกและมีการเพิ่มจำนวนเซลล์บุผิวมากขึ้น (hyperplasia)

ตารางที่ 7 การเจริญเติบโตของลูกปลากะพงขาวที่เลี้ยงในน้ำที่มีน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำ
ระดับต่าง ๆ กัน (หน่วย เป็นกรัม)

ความ เข้มข้น (มิลลิกรัม/ลิตร)	คู่ที่	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 8
กลุ่มควบคุม	1	4.86	7.82	9.48	10.90	13.00
	2	4.64	7.05	8.65	10.45	12.35
	3	4.78	7.67	8.75	10.65	12.00
	เฉลี่ย	4.760	7.513	8.970	10.666	12.450
0.11	1	4.64	6.25	7.46	8.86	10.31
	2	4.93	6.60	7.50	9.00	10.50
	3	4.75	6.40	7.52	8.75	10.00
	เฉลี่ย	4.773	6.416	7.492	8.87	10.27
0.23	1	4.79	5.72	6.30	7.05	7.30
	2	4.63	5.57	6.26	7.30	7.60
	3	4.93	5.75	6.40	7.50	7.77
	เฉลี่ย	4.783	5.680	6.320	7.283	7.556
0.46	1	4.71	5.35	5.88	6.60	6.81
	2	4.75	5.27	5.60	6.50	7.00
	3	4.64	5.31	5.90	6.70	7.10
	เฉลี่ย	4.667	5.310	5.793	6.400	6.970



ภาพที่ 4 การเจริญเติบโตของลูกปลากระพงขาว โดยน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ที่เลี้ยงในน้ำที่เค็มน้ำยั้งคิบในรูปที่ละลายน้ำความเข้มข้น 0.11, 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร และกลุ่มควบคุม เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Covariance) ของการเจริญเติบโตของลูกปลาพะพงขาว

Source	Total		Due to Regression		Error of Estimate		F
	DF	Sum of Squares	DF	Sum of Squares	DF	Sum of Squares	
1	11	42.37062	1	40.92004	10	1.450583	282.0936
	11	25.41582	1	25.10360	10	0.312223	804.0270
	11	7.0196	1	6.520806	10	0.498793	130.7316
	11	5.241966	1	5.022826	10	0.21914	229.2062
Within reg.coef.					40	2.48074	0.062018
common	44	80.04801	1	65.62604	3	11.94123	64.18103
adj.means					43	14.42197	0.335394
total	47	181.5357	1	65.62604	3	101.4877	100.8640
					46	115.9097	2.519777

** มีความแตกต่างกันของการเจริญเติบโตเนื่องจากเวลาที่แตกต่างกัน และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน



ตารางที่ ๑ การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลูกปลากระพงขาว โดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

Characteristic		Treatment			
สัปดาห์ที่ ๒	ความเข้มข้น	กลุ่มควบคุม	0.11 ppm.	0.23 ppm.	0.46 ppm.
	ค่าเฉลี่ย	7.513	6.416	<u>5.680</u>	<u>5.310</u>
สัปดาห์ที่ 4	ความเข้มข้น				
	ค่าเฉลี่ย	8.970	7.493	6.320	5.793
สัปดาห์ที่ 6	ความเข้มข้น				
	ค่าเฉลี่ย	10.666	8.87	7.283	6.400
สัปดาห์ที่ 8	ความเข้มข้น				
	ค่าเฉลี่ย	12.450	10.27	<u>7.556</u>	<u>6.970</u>

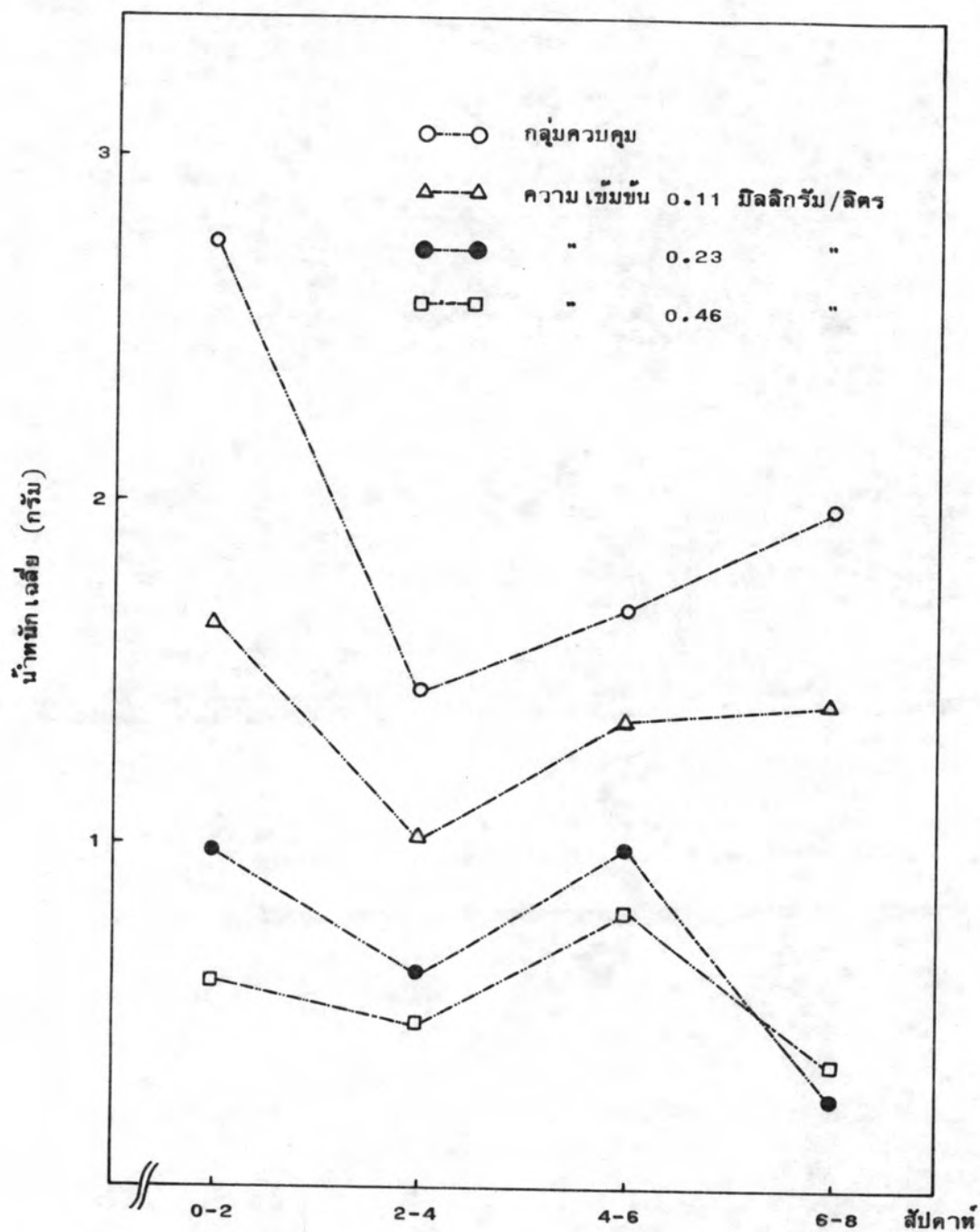
ขีดเส้นใต้ หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกัน

ความเข้มข้น : มิลลิกรัม/ลิตร

ค่าเฉลี่ย : กรัม

ตารางที่ 10 อัตราการเจริญเติบโตของลูกปลากระพงขาวที่เพิ่มขึ้นทุก 2 สัปดาห์ ในน้ำที่มีน้ำมันดิบ ส่วนที่ละลายน้ำระดับต่าง ๆ กัน (หน่วยเป็นกรัม)

ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/ลิตร)	คู่ที่	สัปดาห์ที่ 0-2	สัปดาห์ที่ 2-4	สัปดาห์ที่ 4-6	สัปดาห์ที่ 6-8
กลุ่มควบคุม	1	2.96	1.66	1.42	2.1
	2	2.41	1.60	1.80	1.9
	3	2.89	1.11	1.87	1.35
	เฉลี่ย	2.753	1.456	1.696	1.783
0.11	1	1.61	1.21	1.40	1.45
	2	1.67	0.90	1.50	1.50
	3	1.65	1.12	1.23	1.25
	เฉลี่ย	1.643	1.076	1.376	1.400
0.23	1	0.93	0.58	0.75	0.25
	2	0.94	0.63	1.14	0.30
	3	0.82	0.65	1.10	0.27
	เฉลี่ย	0.896	0.620	0.996	0.273
0.46	1	0.64	0.53	0.72	0.21
	2	0.52	0.33	0.90	0.50
	3	0.67	0.59	0.80	0.40
	เฉลี่ย	0.610	0.483	0.806	0.37



ภาพที่ 5 อัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาโดยน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ในน้ำที่เติมน้ำมันดินในรูปที่ละลายน้ำ ความเข้มข้น 0.11, 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร และกลุ่มควบคุม เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ของอัตราการเจริญเติบโตของลูกปลากระพงขาว

Characteristics	Analysis of Variance							
	SOV	df	SS	MS	F-ratio			
					Calculated	5 %	1 %	
สัปดาห์ที่ 0-2	Treatment	33	8.2355	2.4415	108.5019	**	4.07	7.59
	Error	8	0.2026	0.0253				
	Total	11						
สัปดาห์ที่ 2-4	Treatment	3	1.7783	0.5927	14.398	**	4.07	7.59
	Error	8	0.2726	0.03407				
	Total	11						
สัปดาห์ที่ 4-6	Treatment	3	1.4085	0.4695	13.808	**	4.07	7.59
	Error	8	0.2723	0.034				
	Total	11						
สัปดาห์ที่ 6-8	Treatment	3	5.0054	1.6684	34.6154	**	4.07	7.59
	Error	8	0.3857	0.0482				
	Total	11						

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของลูกปลากะพงขาว โดยวิธี
Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Characteristic		Treatment			
สัปดาห์ที่ 0-2	ความเข้มข้น	กลุ่มควบคุม	0.11 ppm.	0.23 ppm.	0.46 ppm.
	ค่าเฉลี่ย	2.753	1.643	<u>0.896</u>	<u>0.61</u>
สัปดาห์ที่ 2-4	ความเข้มข้น	กลุ่มควบคุม	0.11 ppm.	0.23 ppm.	0.46 ppm.
	ค่าเฉลี่ย	<u>1.456</u>	<u>1.076</u>	<u>0.620</u>	<u>0.483</u>
สัปดาห์ที่ 4-6	ความเข้มข้น	กลุ่มควบคุม	0.11 ppm.	0.23 ppm.	0.46 ppm.
	ค่าเฉลี่ย	<u>1.696</u>	<u>1.376</u>	<u>0.996</u>	<u>0.806</u>
สัปดาห์ที่ 6-8	ความเข้มข้น	กลุ่มควบคุม	0.11 ppm.	0.46 ppm.	0.23 ppm.
	ค่าเฉลี่ย	<u>1.783</u>	<u>1.40</u>	<u>0.370</u>	<u>0.273</u>

ขีดเส้นใต้ หมายถึง ไม่มีความแตกต่าง

ความเข้มข้น : มิลลิกรัม/ลิตร

ค่าเฉลี่ย : กรัม

ตารางที่ 13 คุณภาพน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลา 72 ชั่วโมง ในการทดลองพิษต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อที่อุณหภูมิตั้งที่ 26-1 องศาเซลเซียส

ความเข้มข้นของ WSF. (มิลลิกรัม/ลิตร)	pH	Dissolved Oxygen (มิลลิกรัม/ลิตร)	Alkalinity (มิลลิเอควิวาเลนต์/ ลิตร)	Unionized ammonia (มิลลิกรัม/ลิตร)
<u>เมื่อเริ่มใส่สาร</u>				
กลุ่มควบคุม	7.64	6.9	3.65	0.03
0.11	7.63	7.2	3.41	0.03
0.23	7.64	7.3	3.62	0.03
0.46	7.74	6.9	3.51	0.04
<u>หลังใส่สาร 1 ชั่วโมง</u>				
กลุ่มควบคุม	7.57	4.7	3.71	0.04
0.11	7.47	4.1	3.51	0.02
0.23	7.61	5.1	3.61	0.03
0.46	7.86	5.3	3.51	0.07
<u>หลังใส่สาร 24 ชั่วโมง</u>				
กลุ่มควบคุม	7.91	6.5	3.71	0.17
0.11	7.87	6.1	3.52	0.10
0.23	7.89	6.4	3.73	0.11
0.46	8.02	6.1	3.58	0.20
<u>หลังใส่สาร 48 ชั่วโมง</u>				
กลุ่มควบคุม	8.02	5.9	3.68	0.26
0.11	7.97	6.7	3.70	0.22
0.23	7.93	5.33	3.76	0.18
0.46	8.04	6.4	3.57	0.23

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ความเข้มข้นของ WSF (มิลลิกรัม/ลิตร)	pH	Dissolved Oxygen (มิลลิกรัม/ลิตร)	Alkalinity (มิลลิเอควิวาเลนต์/ ลิตร)	Un-ionized ammonia (มิลลิกรัม/ลิตร)
--	----	--------------------------------------	--	--

หลังใส่สาร 72 ชั่วโมง

กลุ่มควบคุม	7.95	6.33	3.85	0.28
0.11	8.01	5.7	3.68	0.26
0.23	7.92	6.1	3.76	0.26
0.46	7.91	6.3	3.33	0.29

ในสัปดาห์ที่ 4 ปลาที่เลี้ยงใน WSF. ของน้ำมันคิบความเข้มข้น 0.11 มิลลิกรัม/ลิตร มีการบวมน้ำที่กึ่งเหงือก ที่ความเข้มข้น 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร กึ่งเหงือกมีการบวมน้ำ และมีการเพิ่มจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวมากขึ้นกว่าในสัปดาห์ที่ 2 และในความเข้มข้น 0.23 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าในปลาบางตัวเริ่มมีการโป่งพองของกึ่งเหงือก (telangiectasis หรือ aneurysm) (ภาพที่ 8)

ในสัปดาห์ที่ 6 ปลาที่เลี้ยงใน WSF. ของน้ำมันคิบความเข้มข้น 0.11 มิลลิกรัม/ลิตร มีอาการบวมน้ำเล็กน้อยที่กึ่งเหงือก (รูปที่ 9) ส่วนที่ความเข้มข้น 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร กึ่งเหงือกมีอาการบวมน้ำเล็กน้อย แต่มีการเพิ่มจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวอย่างมาจนซีเหงือกเกือบเชื่อมติดกัน (ภาพที่ 10, 11)

ในสัปดาห์ที่ 8 ลูกปลาที่เลี้ยงใน WSF. ของน้ำมันคิบความเข้มข้น 0.11 มิลลิกรัม/ลิตร กึ่งเหงือกมีการบวมน้ำและมีการเพิ่มจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาว ส่วนที่ความเข้มข้น 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร เหงือกมีการเพิ่มจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวอย่างมาก และมีอาการโป่งพองของกึ่งเหงือกโดยเฉพาะในความเข้มข้น 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร (ภาพที่ 12, 13)

ออลแฟกตอรีออร์แกน

ลูกปลาที่เลี้ยงในน้ำที่มี WSF. ของน้ำมันคิบในความเข้มข้น 0.11 มิลลิกรัม/ลิตร ไม่พบความผิดปกติของเนื้อเยื่อใด ๆ เมื่อทดลองเลี้ยงไปได้ 4 สัปดาห์ แต่ในสัปดาห์ที่ 6 มีการเปลี่ยนแปลงที่ออลแฟกตอรีออร์แกนเล็กน้อยแตกต่างไปจากปกติ (ภาพที่ 14, 15) คือ มีการเพิ่มเซลล์ที่สร้างเมือก (mucous cell) ขึ้นเล็กน้อยที่ olfactory lamellae และมองเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดขึ้นในสัปดาห์ที่ 8 ส่วนที่ความเข้มข้น 0.23 มิลลิกรัม/ลิตร เริ่มเห็น mucous cell บน olfactory lamellae ในสัปดาห์ที่ 2 และมีเมือกปกคลุมตามความยาวของ olfactory lamellae เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 8 จะมี mucous cell เพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และปริมาณ non-sensory ciliated cell ลดน้อยลง สำหรับในความเข้มข้น 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่ olfactory lamellae จะคล้ายกับในความเข้มข้น 0.23 มิลลิกรัม/ลิตร แต่เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 8 จะมี mucous cell เพิ่มขึ้นมากกว่า (ภาพที่ 16, 17)

ดັบ

หลังจากเลี้ยงลูกปลาในน้ำที่มี WSF. ของน้ำมันดิบนาน 2 สัปดาห์ เริ่มพบการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างจากดັบปกติ (ภาพที่ 18, 19) เล็กน้อย คือดັบมีการเสื่อมสภาพชนิดที่มีไขมันเพิ่มขึ้น (fatty change) เมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 8 จะเห็นว่าดັบมี fatty change มากขึ้น (ภาพที่ 20, 21)



