เทคนิคการทำเครื่องหมายปลาหมอไทย *Anabas testudineus* (Bloch, 1792)

Marking Techniques in Climbing Perch *Anabas testudineus* (Bloch, 1792)

สหภัทร์ ดือราซอ

Sahapat Duerasor

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Aquatic Science
Prince of Songkla University
2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ เทคนิคการทำเครื่องหมายปลาหมอไทย *Anabas testudineus* (Bloch, 1792)
ผู้เขียน นายสหภัทร์ ดือราซอ
สาขาวิชา วาริชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก **คณะกรรมการสอบ**

……. .....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุณี เชี่ยววารีสัจจะ) (ดร.อัตรา ไชยมงคล)

…….กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุณี เชี่ยววารีสัจจะ)

…….กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงรัตน์ มีแก้ว)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์

……...
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และขอแสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุณี เชี่ยววารีสัจจะ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....

(นายสหภัทร์ ดือราซอ)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายสหภัทร์ ดือราซอ)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ เทคนิคการทำเครื่องหมายปลาหมอไทย *Anabas testudineus* (Bloch, 1792)
ผู้เขียน นายสหภัทร์ ดือราซอ
สาขาวิชา วาริชศาสตร์
ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

ศึกษาเทคนิคการทำเครื่องหมายเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการปรับปรุงพันธุกรรมในลูกปลาหมอไทยที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 6-7 กรัม โดยใช้ 5 วิธี ได้แก่ การทำเครื่องหมายภายในที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอกโดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสง และน้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring การฉีดสีอะคริลิคสะท้อนแสง การตีตราร้อน การดึงก้านครีบ และการตัดครีบ พบว่าการตีตราร้อนและการดึงก้านครีบให้ผลดีที่สุด ซึ่งเครื่องหมายมีความคงทนจนสิ้นสุดการทดลอง (5 เดือน) และอัตราความคงทนของเครื่องหมายอยู่ในช่วง 86.67-90.00% เครื่องหมายจากการตัดครีบและการใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสง สามารถจำแนกได้ในระยะเวลาประมาณ 1 เดือน โดยอัตราความคงทนของเครื่องหมายเท่ากับ 93.33% และ 83.33% ตามลำดับ ส่วนการใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring จะส่งผลต่ออัตรารอดตายและอัตราการเจริญเติบโต สำหรับการฉีดสีอะคริลิคสะท้อนแสงไม่สามารถค้นพบเครื่องหมายได้เนื่องจากสีมีความคงทนน้อย การทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่ง พบว่า การตีตราร้อน การดึงก้านครีบหลังและก้านครีบก้น เครื่องหมายสามารถค้นพบได้ทุกตัว โดยมีค่าเฉลี่ยอัตรารอดตายที่ 2 เดือน เท่ากับ 80.00-90.00% และการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน โดยใช้การตีตราร้อน การดึงก้านครีบ และการตัดครีบ พบว่า การตีตราร้อนร่วมกับการดึงก้านครีบหลัง และการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการดึงก้านครีบก้นให้ผลดีที่สุด เนื่องจากสามารถค้นพบเครื่องหมายได้ทุกตัว โดยมีค่าเฉลี่ยอัตรารอดตายที่ 2 เดือน เท่ากับ 83.33-93.33%

Thesis Title	Marking techniques in climbing perch *Anabas testudineus* (Bloch, 1792)
Author	Mr. Sahapat Duerasor
Major	Aquatic Science
Academic Year	2013

Abstract

A study on 5 marking techniques (visible implant elastomer (VIE) tag using a mixture of *Hevea* latex (*Hevea brasiliensis*) and acrylic fluorescent colours and rotring drawing ink, acrylic fluorescent colours dye injection, hot branding, up-rooting of dorsal and annal spines and fin clipping) was undertaken to identify suitable methods for genetic improvement in young climbing perch (*Anabas testudineus*) average weight of 6-7 g. The hot branding and up-rooting of dorsal and anal spines gave the best result – the marks could be retained for 5 months at least and the retention rates ranged 86.67–90.00%. The marks by fin clipping and VIE tag (a mixture of *Hevea* latex and fluorescent colours) could be detected for a maximum period of 1 month and the retention rates were 93.33% and 83.33%, respectively. The marking technique by VIE tag (a mixture of *Hevea* latex and rotring drawing ink) affected fish survival and growth. The fluorescent colours dye injection could not be detected because of a poor retention. The marks by 2 positions of hot branding, up-rooting of dorsal spine, and up-rooting of anal spine could be detected in all marked fish and gave the fish survival rates at 2 months ranged 80.00-90.00%. Moreover, the marking techniques by a combination of hot branding and up-rooting of dorsal spine, and up-rooting of dorsal and anal spines gave the best result because the marks could be detected in all marked fish and the average fish survival rates at 2 months ranged 83.33-93.33%.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุณี เชี่ยววารีสัจจะ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิจัยและแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณ อัมพรฟาร์ม ซึ่งได้อนุเคราะห์ด้านสถานที่ อุปกรณ์สำหรับการทำวิจัย และที่พักระหว่างทำการวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งความกรุณาของ คุณนิติกร ผิวผ่อง และครอบครัว ที่คอยให้ความช่วยเหลือระหว่างดำเนินการวิจัย

ส่วนดีและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวของข้าพเจ้า ซึ่งเป็นผู้คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และให้กำลังใจตลอดการศึกษา

สหภัทร์ ดือราซอ

สารบาญ

เรื่อง	**หน้า**
บทคัดย่อ	(5)
Abstract	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบาญ	(8)
สารบาญตาราง	(9)
สารบาญภาพ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	37
บทที่ 3 ผลการทดลอง	73
บทที่ 4 วิจารณ์ผลการทดลอง	130
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	137
เอกสารอ้างอิง	139
ภาคผนวก	145
ประวัติผู้เขียน	148

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเตรียมสารละลายน้ำมันกานพลูเพื่อใช้ในการสลบปลาในช่วงระดับความเข้มข้น 50 ถึง 300 ส่วนในล้านส่วน	47
2	การเตรียมสารละลายน้ำมันกานพลูเพื่อใช้ในการสลบปลาในช่วงระดับความเข้มข้น 210 ถึง 290 ส่วนในล้านส่วน	47
3	การศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาอัตราส่วนที่ดีที่สุดของน้ำยางพาราผสมกับน้ำเพื่อนำมาใช้ในการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา	48
4	การศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาอัตราส่วนที่ดีที่สุดในการผสมสีกับน้ำยางพารา (VIE จากยางพารา)	50
5	การทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา และการฉีดสี ทำเครื่องหมายในแต่ละตำแหน่ง	56
6	การทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบและตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย	62
7	การทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่ง และการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน	67
8	ผลการทดลองการสลบในปลาหมอไทยขนาด 6-7 กรัม ด้วยสารละลายน้ำมันกานพลูในช่วงระดับความเข้มข้น 50 ถึง 300 ส่วนในล้านส่วน	74
9	ผลการทดลองการสลบในปลาหมอไทยขนาด 6-7 กรัม ด้วยสารละลายน้ำมันกานพลูในช่วงระดับความเข้มข้น 210 ถึง 290 ส่วนในล้านส่วน	75
10	ผลของการศึกษาเบื้องต้นอัตราส่วนน้ำยางพาราผสมกับน้ำเพื่อนำมาใช้ในการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา	76
11	ผลของการศึกษาเบื้องต้นการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา	78
12	ผลของการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา และการฉีดสีทำเครื่องหมายในแต่ละตำแหน่ง	83
13	อัตรารอดตายของปลาที่ทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบและตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย	87

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	อัตราความคงทนของการทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบและตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย	88
15	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาหมอไทยที่ทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบและตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย	89
16	อัตรารอดตายของปลาที่มีการทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่งและการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน	116
17	ความคงทนของของการทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่งและการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน	117
18	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาหมอไทยที่ทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่งและการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน	118
19	จำนวนรูปแบบของการทำเครื่องหมายในแต่ละรูปแบบและการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์	135
20	จำนวนรูปแบบที่สามารถเพิ่มความแตกต่างของลักษณะเครื่องหมายจากการทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบและการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน	136

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปลาหมอไทย *Anabas testudineus* (Bloch, 1792)	4
2	การตัดครีบหลัง (dorsal fin), ครีบก้น (anal fin) และครีบหาง (caudal fin)	8
3	การตัดครีบท้อง (pelvic fin หรือ ventral fin)	8
4	ปลาที่ถูกตัดครีบไขมัน (adipose fin)	8
5	การงอกของครีบปลาที่ถูกตัด	9
6	อุปกรณ์ทำเครื่องหมายตีตราร้อนโดยใช้ไฟฟ้า	10
7	อุปกรณ์ทำเครื่องหมายการตีตราเย็น	11
8	อุปกรณ์ทำเครื่องหมายการตีตราโดยใช้ silver nitrate	11
9	การทำเครื่องหมายโดยการสัก	12
10	การทำเครื่องหมายโดยการฉีดสี	13
11	เครื่องหมายภายนอก	15
12	Dart tag	16
13	T-bar anchor tag	16
14	การติดเครื่องหมาย T-bar anchor tag ไว้บริเวณระหว่างกระดูกส่วน pterygiophores หรือบริเวณใต้ครีบหลัง	17
15	Peterson disc tag	18
16	Carlin tag	18
17	Spaghetti tag	19
18	Internal anchor tag	20
19	Scalpel	20
20	Floy fingerling tag	21

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	Code wire tag (CWT)	23
22	Passive integrated transponder tag (PIT tag)	24
23	Visible implant elastomer tag	25
24	สีที่มีในระบบของ VIE tag	26
25	สีที่เป็น fluorescent ได้แก่ สีแดง สีส้ม สีชมพู สีเหลือง สีเขียว และสีน้ำเงิน	26
26	การทำเครื่องหมาย VIE ที่ตำแหน่งด้านหน้าของครีบหลัง (anterior dorsal fin) ในปลา Pumpkinseeds (*Lepomis gibbosus* L.)	28
27	โครงสร้างทางเคมีของยางธรรมชาติ	30
28	Visible implant tag (VIT)	34
29	กระชังตาข่ายสีฟ้าขนาด 1x2x1.5 เมตร	37
30	สีอะคริลิคสะท้อนแสงมาสเตอร์อาร์ตสีแดง บริษัท ดี เอช เอ สยามวาลา จำกัด	38
31	หมึก rotring บริษัทนีเวลล์ รับเบอร์เมด	39
32	เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์น้ำยางเมโทรแลค (Metrolac) รุ่น D 4000 latexometer 50/250 gm/litre ของบริษัท Zeal	39
33	การเก็บรักษาน้ำยางพาราที่ผสมน้ำและ VIE จากยางพารา	40
34	ตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา 1. โคนครีบอก, 2. โคนหางด้านบน, 3. โคนหางด้านล่าง, 4. ก้านครีบหลัง, 5. ก้านครีบก้น และ 6. ใต้ครีบหลัง	40
35	หัวแร้ง รุ่น Gordak 936A ของ Gordak Electronic Appliance Factory	41
36	ตำแหน่งของการทำเครื่องหมายการตีตราร้อน	42

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
37	การตีตราร้อนในแนวตามยาวของลำตัวปลา	42
38	การตัดเนื้อเยื่อบริเวณก้านครีบก้านที่ 5	43
39	ใช้ forceps ปากโค้งจับบริเวณโคนของก้านครีบที่ 5 บิดก้านครีบมาทางส่วนหัวของตัวปลา	43
40	ก.การตัดครีบท้อง ข.การตัดครีบอก	44
41	แผนผังการทดลองการทำเครื่องหมายในปลาหมอไทย	45
42	ฉีด VIE จากยางพาราลงในแผ่นโพลีโพโรพีลีน	49
43	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 1:3	50
44	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 1:2	51
45	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 1:1	51
46	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 2:1	52
47	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 3:1	52
48	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 1:3	53
49	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 1:2	53
50	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 1:1	54
51	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 2:1	54

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
52	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 3:1	55
53	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสง ตำแหน่งที่ 1	56
54	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสง ตำแหน่งที่ 2	57
55	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสง ตำแหน่งที่ 3	57
56	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสง ตำแหน่งที่ 4	58
57	การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสง ตำแหน่งที่ 5	58
58	การฉีดสีโดยใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 1	59
59	การฉีดสีโดยใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 2	59
60	การฉีดสีโดยใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 3	60
61	การฉีดสีโดยใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 4	60
62	การฉีดสีโดยใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 5	61
63	การฉีดสีโดยใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 6	61
64	การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1	63
65	การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2	63
66	การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5	64
67	การดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5	64

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
68	การตัดครีบท้องด้านซ้าย	65
69	การตัดครีบท้องด้านขวา	65
70	การตัดครีบอกด้านซ้าย	66
71	การตัดครีบอกด้านขวา	66
72	การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2	68
73	การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 และก้านที่ 6	68
74	การดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5 และก้านที่ 6	69
75	การตีตราร้อนร่วมกับการดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5	69
76	การตีตราร้อนร่วมกับการตัดครีบท้องด้านซ้าย	70
77	การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 ร่วมกับการตัดครีบท้องด้านซ้าย	70
78	การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 ร่วมกับการดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5	71
79	ผลของการทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 1:3 (ค้นพบโดยการดึงเกล็ด)	79
80	ผลของการทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 1:2 (ค้นพบโดยการดึงเกล็ด)	79
81	ผลของการทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 1:1 (ค้นพบโดยการดึงเกล็ด)	80
82	ผลของการทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 1:3 (ค้นพบโดยการดึงเกล็ด)	80
83	ผลของการทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 1:2 (ค้นพบโดยการดึงเกล็ด)	81
84	ผลของการทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 1:1 (ค้นพบโดยการดึงเกล็ด)	81
85	ความคงทนของเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 1 ใน 4 สัปดาห์	84

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
86	ความคงทนของเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 3 ใน 4 สัปดาห์	84
87	ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 ในระยะเวลา 2 สัปดาห์	90
88	ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2 ในระยะเวลา 2 สัปดาห์	90
89	ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 ในระยะเวลา 4 สัปดาห์	91
90	ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2 ในระยะเวลา 4 สัปดาห์	91
91	ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 ในระยะเวลา 8 สัปดาห์	92
92	ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2 ในระยะเวลา 8 สัปดาห์	92
93	ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 ในระยะเวลา 12 สัปดาห์	93
94	ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2 ในระยะเวลา 12 สัปดาห์	93
95	ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 ในระยะเวลา 16 สัปดาห์	94
96	ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2 ในระยะเวลา 16 สัปดาห์	94
97	ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 ในระยะเวลา 20 สัปดาห์	95
98	ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2 ในระยะเวลา 20 สัปดาห์	95
99	ผลของการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 2 สัปดาห์	96
100	ผลของการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 2 สัปดาห์	96
101	ผลของการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 4 สัปดาห์	97
102	ผลของการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 4 สัปดาห์	97
103	ผลของการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 8 สัปดาห์	98
104	ผลของการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 8 สัปดาห์	98
105	ผลของการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 12 สัปดาห์	99
106	ผลของการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 12 สัปดาห์	99
107	ผลของการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 16 สัปดาห์	100
108	ผลของการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 16 สัปดาห์	100
109	ผลของการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 20 สัปดาห์	101
110	ผลของการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 20 สัปดาห์	101

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
111	ผลของการตัดครีบท้องด้านซ้ายในระยะเวลา 2 สัปดาห์	102
112	ผลของการตัดครีบท้องด้านขวาในระยะเวลา 2 สัปดาห์	103
113	ผลของการตัดครีบท้องด้านซ้ายในระยะเวลา 4 สัปดาห์	104
114	ผลของการตัดครีบท้องด้านขวาในระยะเวลา 4 สัปดาห์	105
115	ผลของการตัดครีบท้องด้านซ้ายในระยะเวลา 8 สัปดาห์	106
116	ผลของการตัดครีบท้องด้านขวาในระยะเวลา 8 สัปดาห์	107
117	ผลของการตัดครีบท้องด้านซ้ายในระยะเวลา 12 สัปดาห์	108
118	ผลของการตัดครีบท้องด้านขวาในระยะเวลา 12 สัปดาห์	109
119	ผลของการตัดครีบท้องด้านซ้ายในระยะเวลา 16 สัปดาห์	110
120	ผลของการตัดครีบท้องด้านขวาในระยะเวลา 16 สัปดาห์	111
121	ผลของการตัดครีบท้องด้านซ้ายในระยะเวลา 20 สัปดาห์	112
122	ผลของการตัดครีบท้องด้านขวาในระยะเวลา 20 สัปดาห์	113
123	ผลของการตีตราร้อน 2 ตำแหน่งในระยะเวลา 2 สัปดาห์	119
124	ผลของการตีตราร้อน 2 ตำแหน่งในระยะเวลา 4 สัปดาห์	119
125	ผลของการตีตราร้อน 2 ตำแหน่งในระยะเวลา 8 สัปดาห์	120
126	ผลของการดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง ในระยะเวลา 2 สัปดาห์	120
127	ผลของการดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง ในระยะเวลา 2 สัปดาห์	121
128	ผลของการดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง ในระยะเวลา 4 สัปดาห์	121
129	ผลของการดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง ในระยะเวลา 4 สัปดาห์	122
130	ผลของการดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง ในระยะเวลา 8 สัปดาห์	122
131	ผลของการดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง ในระยะเวลา 8 สัปดาห์	123
132	ผลของการตีตราร้อนร่วมกับการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 2 สัปดาห์	123
133	ผลของการตีตราร้อนร่วมกับการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 4 สัปดาห์	124
134	ผลของการตีตราร้อนร่วมกับการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 8 สัปดาห์	124
135	ผลของการตีตราร้อนร่วมกับการตัดครีบท้องในระยะเวลา 2 สัปดาห์	125
136	ผลของการตีตราร้อนร่วมกับการตัดครีบท้องในระยะเวลา 4 สัปดาห์	125

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
137	ผลของการตีตราร้อนร่วมกับการตัดครีบท้องในระยะเวลา 8 สัปดาห์	126
138	ผลของการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการตัดครีบท้องในระยะเวลา 2 สัปดาห์	126
139	ผลของการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการตัดครีบท้องในระยะเวลา 4 สัปดาห์	127
140	ผลของการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการตัดครีบท้องในระยะเวลา 8 สัปดาห์	127
141	ผลของการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 2 สัปดาห์	128
142	ผลของการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 4 สัปดาห์	128
143	ผลของการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 8 สัปดาห์	129

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ในปัจจุบันแนวโน้มของผลผลิตสัตว์น้ำจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดในประเทศไทยมีความสำคัญมากขึ้น ใน พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดรวม 384,400 ตัน (กรมประมง, 2554) การขยายตัวดังกล่าว เกิดขึ้นได้จากการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงหลายด้าน เช่น ด้านอาหาร ด้านการจัดการ ตลอดจนด้านการป้องกันและรักษาโรค อย่างไรก็ตามในปัจจุบันการพัฒนาสายพันธุ์สัตว์น้ำจืดที่เพาะเลี้ยงควบคู่ไปกับการพัฒนาความรู้หลายๆ ด้าน เช่น พันธุศาสตร์ปริมาณ อณุพันธุศาสตร์ สรีรวิทยาการสืบพันธุ์ ฯลฯ ก็มีความจำเป็น เพื่อให้การใช้ทรัพยากรสัตว์น้ำเกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นการจัดการพ่อแม่พันธุ์ประกอบกับการปรับปรุงพันธุ์สัตว์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น แต่ที่ผ่านมานักปรับปรุงพันธุ์มักจะประสบกับปัญหาการติดตามสัตว์น้ำรายตัว และมีความยากลำบากในการจัดการ หรือการตอบคำถามว่าสัตว์น้ำตัวนี้มีต้นตอมาจากไหน ผลิตเมื่อไหร่ และเกิดจากพ่อและแม่ตัวไหน เทคนิคการทำเครื่องหมายและการติดเครื่องหมาย จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจยิ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่ก่อให้เกิดความสะดวกในการบริหารจัดการ

ความสามารถในการจำแนกสัตว์น้ำออกเป็นรายกลุ่มหรือรายตัว โดยการทำเครื่องหมายและการติดเครื่องหมายจะมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์เป็นอย่างมาก เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินค่าอัตราพันธุกรรม การเปรียบเทียบปลาต่างกลุ่มซึ่งเป็นการทดสอบสายพันธุ์ต่างๆ รวมไปถึงการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ปลา ทำให้สามารถเลี้ยงปลาที่ทำเครื่องหมายในบ่อเดียวกันได้ เป็นการลดความแปรปรวนอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมลง (Smitherman *et al*., 1983) และเป็นตัวช่วยในการกำหนดขอบเขตของการวางแผนการทดลอง เช่น ใช้ในการคัดพันธุ์โดยดูลักษณะของตัวเอง คัดพันธุ์โดยดูลักษณะครอบครัว คัดพันธุ์โดยดูลักษณะภายในครอบครัว หรือทำให้ทราบข้อมูลของสัตว์น้ำซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ (Basavaraju *et al*., 1998)

การเลือกเทคนิคในการทำเครื่องหมายและการติดเครื่องหมายโดยส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับความสำคัญของชนิดสัตว์น้ำ จำนวนของสัตว์น้ำที่จะใช้ในการทำเครื่องหมายเพื่อคัดเลือกรายกลุ่มหรือรายตัว หรือตามสายพันธุ์ รวมไปถึงวัตถุประสงค์ของการศึกษา การทำเครื่องหมายและการติดเครื่องหมายสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ประเภท คือ (1) การทำเครื่องหมายภายนอก (External

marks) (2) การทำเครื่องหมายภายใน (Internal marks) (3) การติดเครื่องหมายภายนอก (External tags) (4) การติดเครื่องหมายภายใน (Internal tags) (5) การทำเครื่องหมายภายในที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก (Internal marks – externally and visibly detected) (6) การติดเครื่องหมายภายในที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก (Internal tags – externally and visibly detected) (7) เครื่องหมายพันธุกรรม (Genetic marks) (Fair, 1999) การทำเครื่องหมายภายในและการติดเครื่องหมายภายในที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน เช่น visible implant elastomer tag (VIE tag), visible implant tag (VIT), code wire tag (CWT) และ passive integrated transponder tag (PIT tag) เป็นวิธีการทำเครื่องหมายหรือการติดเครื่องหมายที่มีราคาแพง หาซื้อได้ยาก และต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือค้นหาเครื่องหมาย (Fair, 1999) การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อหารูปแบบของเครื่องหมายที่มีราคาถูก สามารถทำได้ง่ายและรวดเร็ว ได้แก่ การตัดครีบ (Fin clipping), การดึงก้านครีบ (Up rooting of dorsal and ventral spines), การตีตราร้อน (Hot branding), การฉีดสี (Dye injection) และการทำเครื่องหมายภายในที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอกโดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสี (VIE tag จากยางพารา) เป็นวัตถุดิบในการทำเครื่องหมาย เพื่อที่จะสามารถทดแทนการทำเครื่องหมายภายใน เช่น VIE tag ที่มีขายในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากคุณสมบัติของยางพาราเป็นอีลาสโตเมอร์เช่นเดียวกัน และยังเป็นอีลาสโตเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติ (จันทร์ฉาย และคณะ, 2548) นอกจากนี้น้ำยางพาราเป็นวัตถุดิบที่มีราคาไม่แพง สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่นของประเทศไทย จึงนับว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อวงการวิจัยสัตว์น้ำของไทย

ในการทดลองครั้งนี้ มีจุดประสงค์ที่จะหาวิธีการที่เหมาะสม ในการทำเครื่องหมายปลาหมอไทย ซึ่งเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจโดยพิจารณาจาก อัตรารอดตาย อัตราการเจริญเติบโต และความคงทนของเครื่องหมาย ประโยชน์ที่ได้จะเป็นส่วนสำคัญเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์หรือพัฒนาเพื่อการเพาะเลี้ยงต่อไปในอนาคต

การตรวจเอกสาร

1. ชีววิทยาของปลาหมอไทย

1.1 การศึกษาด้านอนุกรมวิธาน

ลำดับอนุกรมวิธานของปลาหมอไทยมีดังนี้ (Eschmeyer, 1998)

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Superclass: Osteichthyes

Class: Actinopterygii

Subclass: Neopterygii

Infraclass: Teleostei

Superorder: Acanthopterygii

Order: Perciformes

Suborder: Anabantoidei

Family: Anabantidae

Genus: Anabas

Species: *Anabas testudineus* (Bloch, 1792)

1.2 ลักษณะทั่วไป

ปลาหมอไทย *A. testudineus* (Bloch, 1792) (ภาพที่1) มีชื่อสามัญว่า climbing perch, walking fish, climber และ perca มีลักษณะสำคัญประจำครอบครัว คือ มีอวัยวะช่วยหายใจ (labryrinth organ) อยู่ในช่องเหงือกใต้ลูกตา ประกอบด้วยแผ่นกระดูกบาง (lamellae) จำนวนมาก พับกันอย่างไม่เป็นระเบียบ สามารถดูดซับออกซิเจนจากอากาศเมื่อปลาโผล่ขึ้นมาฮุบอากาศจากผิวน้ำ ปลาในครอบครัวนี้ส่วนมากเหงือกมีบทบาทในการหายใจน้อยกว่าอวัยวะช่วยหายใจ แม้ในน้ำมีออกซิเจนปริมาณมาก (สมพงษ์, 2542)

ปลาหมอไทยสามารถพบได้ทั่วไปในแถบอินเดีย ประเทศทางตะวันออกเฉียงใต้และทางตอนใต้ของจีน ในประเทศไทยพบทั่วทุกภาคตามแหล่งน้ำจืดทั่วไป (สุจินต์, 2550) ซึ่งในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีผลผลิตปลาหมอไทยทั้งการเพาะเลี้ยงและจับจากธรรมชาติมีมูลค่ารวม 639.7 ล้านบาท (กรมประมง, 2554)

ภาพที่ 1 ปลาหมอไทย *Anabas testudineus* (Bloch, 1792)

1.3 การเลี้ยงปลาหมอไทย

การเลี้ยงปลาหมอไทยมีวิธีการที่หลากหลายในแต่ละประเทศ เช่น เนปาล อินเดีย มาเลเซีย ไทย กัมพูชา เวียดนาม ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย นิยมเลี้ยงในนาข้าว, บ่อ และในกระชัง ซึ่งอาจเป็นการเลี้ยงปลาหมอไทยเพียงชนิดเดียวหรือการเลี้ยงปลาหมอไทยร่วมกับปลาชนิดอื่นได้แก่ ปลาจีน ปลาดุกอุย ปลาช่อน ปลาสลิด และปลากระดี่หม้อ

ปัจจุบันนิยมเลี้ยงปลาหมอไทยแบบชนิดเดียวในบ่อดิน เนื่องจากในบ่อดินมีอาหารธรรมชาติสมบูรณ์ทำให้ปลาสามารถเจริญเติบโตได้ดี โดยปล่อยปลาความยาว 2-3 เซนติเมตร ในอัตราความหนาแน่น 30-50 ตัว/ตารางเมตร ระดับน้ำในบ่อไม่ควรต่ำกว่า 60 เซนติเมตร เมื่อเลี้ยงไปประมาณ 1 เดือน จึงเพิ่มน้ำในบ่อให้ได้ระดับ 1-1.5 เมตร เนื่องจากปลาหมอไทยเป็นปลากินเนื้อควรให้อาหารที่มีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ (นำชัย และวิรัช, 2539) เช่น อาหารเม็ดลอยน้ำ (อาหารปลาดุก) หรือปลาเป็ดบด โดยให้ในอัตรา 3-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (สุจินต์, 2550)

2. การทำเครื่องหมายและการติดเครื่องหมาย

การทำเครื่องหมาย (marking) เป็นการทำตำหนิหรือร่องรอยใดๆ ลงบนตัวสัตว์ เพื่อใช้เป็นสิ่งที่ระบุให้ทราบว่า เป็นสัตว์ที่เราปล่อยไป ซึ่งสามารถระบุได้เพียงกว้างๆ ถือเป็นข้อมูลกลุ่ม (group identification) แต่ไม่สามารถระบุเป็นข้อมูลรายตัวได้ (ธนิษฐา, 2543) การทำเครื่องหมายสามารถแบ่งออกได้เป็นการทำเครื่องหมายภายนอก (external mark) เช่น การตัดครีบ, การสัก (tattoo), การฉีดสี(dyes injestion), การตีตรา (brand) รวมถึงลักษณะที่นับได้ (meristic) ลักษณะที่วัดได้ (morphometric) และการทำเครื่องหมายภายใน (internal mark) เช่น การใช้สี alizarine หรือ oxytetracycline ซึ่งมองเห็นได้ด้วยแสง UV, การใช้เทคนิคในการทำเครื่องหมายบริเวณกระดูกหู (otolith marking techniques) (Fair, 1999)

การติดเครื่องหมาย (tagging) เป็นการใช้วัตถุภายนอก ติดเข้ากับร่างกายของสัตว์ วัสดุที่ใช้ติด เรียกว่า “เครื่องหมาย (tag)” บนเครื่องหมายจะมีหมายเลข หน่วยงานที่ปล่อย รวมทั้งข้อมูลอื่น ๆ ตามความจำเป็น ดังนั้นข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลรายตัว (individual identification) (ธนิษฐา, 2543) ประเภทของเครื่องหมายสามารถแบ่งออกได้เป็น การติดเครื่องหมายภายนอก (external tag) เช่น dart and T-bar anchor tag, Peterson disc tag, Carlin tag, spaghetti tag และ fingerling tag เป็นต้น และการติดเครื่องหมายภายใน (internal tag) เช่น passive integrated transponder tag (PIT tag) และ code wire tag (CWT) เป็นต้น (Fair, 1999)

3. การเลือกใช้วิธีทำเครื่องหมายและติดเครื่องหมาย ควรคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

3.1) วัตถุประสงค์ของการทดลอง ถ้าต้องการรายละเอียดไม่มาก การทำเครื่องหมายสามารถให้รายละเอียดเพียงพอ แต่ถ้าต้องการข้อมูลรายละเอียดมากโดยเฉพาะข้อมูลรายตัว ควรใช้การติดเครื่องหมาย

3.2) ระยะเวลาการจับคืน โดยทั่วไปการทำเครื่องหมายจะไม่เสถียรเมื่อเวลาผ่านไปนานๆ เช่น การตัดครีบ ครีบอาจจะงอกขึ้นใหม่ได้ภายในระยะเวลา 2-3 เดือน จะทำให้สังเกตความแตกต่างระหว่างประชากรปลาทั่วไป กับประชากรปลาที่ทำเครื่องหมายไม่ชัดเจน การทำเครื่องหมายจึงน่าจะเหมาะสมกับงานที่ใช้เวลาก่อนการจับคืนสั้น ถ้าใช้เวลาก่อนการจับคืนนาน ควรใช้การติดเครื่องหมายจะเหมาะสมกว่า

3.3) ชนิด ขนาด และจำนวนของสัตว์ทดลอง ถ้าเป็นงานทดลองที่ใช้สัตว์น้ำจำนวนน้อย ขนาดเล็ก และตายง่าย ควรเลือกการทำเครื่องหมาย เพราะจะเกิดความบอบช้ำน้อยกว่า หากเป็นงานที่ใช้สัตว์ที่มีขนาดใหญ่ ตายยาก และมีจำนวนมากควรใช้การติดเครื่องหมาย

3.4) กำลังคนและงบประมาณ ถ้ามีกำลังคนและงบประมาณน้อยควรเลือกการทำเครื่องหมาย เนื่องจากมีต้นทุนต่ำกว่าและใช้กำลังคนน้อยกว่าการติดเครื่องหมาย

3.5) พฤติกรรม และการดำรงชีวิตของสัตว์ทดลอง ควรจะมีการศึกษาเบื้องต้นว่าระหว่างการทำเครื่องหมายกับการติดเครื่องหมาย อย่างใดจะมีผลกระทบต่อพฤติกรรมและการดำรงชีวิตตามปกติของสัตว์ทดลองน้อยกว่ากัน ก็เลือกใช้วิธีนั้น

อย่างไรก็ตาม ควรมีการทดสอบเครื่องหมายที่เหมาะสม สำหรับสัตว์น้ำและการศึกษาแต่ละประเภทก่อนดำเนินการศึกษา ซึ่งอาจทำได้โดย

1) ทดสอบในบ่อเลี้ยง หรือในห้องปฏิบัติการ โดยเปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มควบคุม (ไม่ติดเครื่องหมาย) กับกลุ่มที่ติดเครื่องหมาย ว่าจะมีอัตราการตาย การเติบโต และพฤติกรรมต่างๆ แตกต่างกันหรือไม่

2) ทดลองเปรียบเทียบชนิดและตำแหน่งของเครื่องหมาย ในกรณีที่ไม่อาจตัดสินใจได้ว่าเครื่องหมายหรือตำแหน่งที่เหมาะสมของการติดเครื่องหมายเป็นอย่างไร ควรจะมีการทดลองเปรียบเทียบเครื่องหมายหลายๆ ชนิดในบ่อเลี้ยงเสียก่อนที่จะตัดสินใจใช้เครื่องหมายชนิดใด (ธนิษฐา, 2543)

4. รูปแบบของการทำเครื่องหมายและการติดเครื่องหมาย

4.1 การทำเครื่องหมายภายนอก (external mark)

การทำเครื่องหมายภายนอก คือ การทำเครื่องหมายที่สามารถมองเห็นจากภายนอกของตัวปลา ส่วนมากเครื่องหมายภายนอกจะใช้ในการจำแนกปลารายตัวที่มีปริมาณน้อย หรือใช้ในการจำแนกความแตกต่างระหว่างกลุ่มของปลา (Harvey, 1997) ตัวอย่างการทำเครื่องหมายภายนอก เช่น การตัดครีบ (fin-clipping), การสัก (tattoo), การฉีดสี (dyes injestion), การตีตรา (brand) รวมถึงลักษณะที่นับได้ (meristic) ลักษณะที่วัดได้ (morphometric) (Fair, 1999) Gjedrem (1983) กล่าวว่าวิธีการทำเครื่องหมายที่น่าจะได้ผลในโครงการปรับปรุงพันธุ์มี 3 วิธี คือ การตัดครีบ การทำเครื่องหมายด้วยการตีตราเย็น และการทำเครื่องหมายด้วยการตีตราร้อน และ Fair (1999) กล่าวว่าการทำเครื่องหมายภายนอก เป็นการทำเครื่องหมายที่สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และมีราคาถูก การทำเครื่องหมายภายนอกที่พบบ่อย คือ การตัดครีบ

4.1.1 การตัดครีบ ควรเป็นครีบที่เมื่อตัดออกแล้วจะไม่มีผลเสียต่อการว่ายน้ำ หรือการเคลื่อนไหวของปลา และควรเป็นครีบที่ไม่มีการงอกใหม่ หรือมีการงอกใหม่ได้ช้ามาก เป็นวิธีการที่ใช้มากกับปลาแซลมอนวัยอ่อน (smolt) ก่อนที่จะอพยพออกสู่ทะเล เพื่อเป็นเครื่องหมายสำหรับประมาณค่าขนาดของประชากร อัตราการตายในทะเล การอพยพย้ายถิ่น หรือปริมาณของปลาจากโรงเพาะฟักในองค์ประกอบผลจับของการประมงพาณิชย์ ปกตินิยมตัดครีบไขมัน (adipose fin) แต่ถ้ามี smolt หลายกลุ่ม อาจตัดครีบไขมันร่วมกับ pectoral และ pelvic fin

ตำแหน่งในการตัดครีบได้แก่ ครีบหลัง (dorsal fin), ครีบก้น (anal fin), ครีบหาง (caudal fin) (ภาพที่ 2), ครีบอก (pectoral fin), ครีบท้อง (pelvic fin หรือ ventral fin) (ภาพที่ 3) และ ครีบไขมัน (ภาพที่ 4) เป็นต้น (Harvey, 1997)

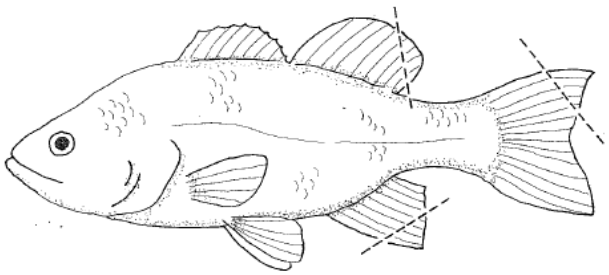
การตัดครีบควรตัดให้ชิดกับฐานครีบให้มากที่สุด เพราะจะทำให้มีการงอกได้น้อยหรือช้า และอาจจะมีการคดงอทำให้เกิดลักษณะเฉพาะของเครื่องหมาย (ภาพที่ 5) ปกติแล้วปลาในเขตร้อนจะมีการงอกใหม่ของครีบได้เร็วและมากกว่าปลาในเขตหนาว ไม่ควรจะตัดครีบเดี่ยว ซึ่งปกติมีส่วนสำคัญในการทรงตัวของปลา ในปลาแซลมอนบางชนิด อาจใช้วิธีตัดกระดูกขากรรไกรบน (maxillary bone) แทนได้ หรือใช้การเจาะ (punch) แผ่นปิดเหงือก (operculum) แต่มักพบว่าเกิด

การงอกใหม่ได้เร็ว (ธนิษฐา, 2543) การตัดครีบยังมีข้อจำกัดในการจำแนกสัตว์น้ำรายตัว หรือกลุ่มของสัตว์น้ำ เนื่องจากการตัดครีบมีลักษณะเฉพาะที่จำกัด โดยใช้เพียงตำแหน่งของครีบเป็นตัวบอกลักษณะเฉพาะของเครื่องหมายเท่านั้น

Jones และ Roseberg (1997) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลของการตัดครีบในปลา chinook salmon โดยทำการตัดครีบไขมัน และครีบท้องด้านซ้าย พบว่า การตรวจพบเครื่องหมายและอัตราการตายของการตัดครีบทั้งสองไม่มีความแตกต่างกัน ($p = 0.4111$)

Basavaraju และคณะ (1998) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลของการตัดครีบในปลา carp ขนาด 600-800 กรัม โดยตำแหน่งในการตัดครีบได้แก่ ครีบอก, ครีบท้อง, ครีบหางด้านบนและครีบหางด้านล่าง พบว่า อัตราการตาย จากการตัดครีบทุกแบบไม่มีความแตกต่างกัน และความคงทนของเครื่องหมายของการตัดครีบทั้ง 4 แบบ อยู่ในช่วง 96-100 เปอร์เซ็นต์ การตัดครีบหางส่วนบนมีความคงทนของเครื่องหมายมากที่สุดคือ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการตัดครีบอก, ครีบท้องและครีบหางส่วนล่างความคงทนของเครื่องหมายโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 96.7 เปอร์เซ็นต์

อย่างไรก็ตามในการเลือกตำแหน่งของการตัดครีบควรดูลักษณะความเหมาะสมของครีบที่จะตัด และชนิดของสัตว์น้ำด้วย จากการที่มีรูปแบบของเครื่องหมายที่จำกัด เป็นเหตุให้มีความสนใจในการติดเครื่องหมายภายในร่วมกับการตัดครีบ Guy และคณะ (1996) กล่าวว่า ในการตัดครีบไขมัน สามารถทำได้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการจำแนก แค่เพียงกลุ่มของประชากรเท่านั้น หรือเพื่อที่จะใช้ในการบอกว่ามีเครื่องหมายภายใน เช่น code wire tag, passive integrated transponder tag อยู่ในตัวปลา โดยสามารถตัดครีบอื่นหรือการตัดก้านครีบแข็งได้อีกด้วย เพื่อให้เกิดความหลากหลายของเครื่องหมาย เช่น ในปลาสกุล Siganidae (Harvey, 1997) การตัดครีบที่เป็นครีบคู่ เช่น ครีบอกและครีบท้อง ซึ่งเป็นครีบที่ช่วยในการว่ายน้ำ ไม่สมควรที่จะตัดทั้งสองครีบ เพราะจะทำให้มีผลกระทบต่อพฤติกรรมของปลาที่ทำเครื่องหมายได้ นอกจากนี้เครื่องหมายภายนอกอาจจะเกิดขึ้นได้โดยธรรมชาติ เช่น ลักษณะโครงสร้างของปลาซึ่งสังเกตได้จาก จำนวนก้านครีบ ซี่กรอง (gill raker) เป็นต้น ซึ่งสามารถใช้จำแนกกลุ่มของปลาหรือประชากรปลา (Fair, 1999)



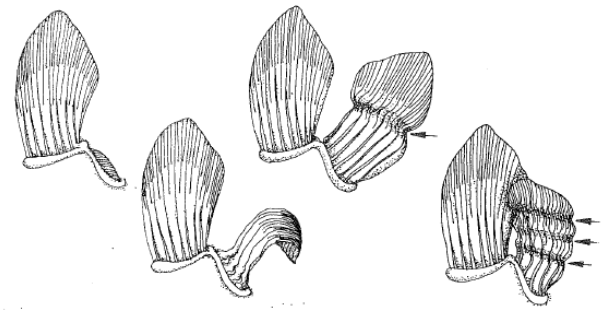
ภาพที่ 2 การตัดครีบหลัง (dorsal fin), ครีบก้น (anal fin) และครีบหาง (caudal fin)

ที่มา : Guy *et al*. (1996)

ภาพที่ 3 การตัดครีบท้อง (pelvic fin หรือ ventral fin)

ภาพที่ 4 ปลาที่ถูกตัดครีบไขมัน (adipose fin)

ที่มา : Lehigh Coldwater Fishery Alliance (2010)



ภาพที่ 5 การงอกของครีบปลาที่ถูกตัด

ที่มา : Guy *et al*. (1996)

4.1.2 การตีตรา (branding) การทำเครื่องหมายโดยการตีตรา เป็นการทำเครื่องหมายลงบนตัวปลาซึ่งมีจุดประสงค์ที่สำคัญ คือ เพื่อทำให้เกิดบาดแผล หรือเกิดเป็นรอยแผล หรือเป็นการทำลายเม็ดสีของตัวปลาให้เซลล์ไม่สามารถผลิตเม็ดสีได้ จนกลายเป็นลักษณะเฉพาะ ซึ่งสามารถใช้จำแนกประชากรหรือกลุ่มได้ (Harvey, 1997) รูปแบบของการตีตราที่สามารถทำเครื่องหมายในปลา มี 3 วิธี คือ การตีตราร้อน (hot branding) จะใช้ลวดโลหะ (filament) โดยให้ความร้อนกับลวดโลหะ ความร้อนที่ให้กับลวดโลหะ เช่น เปลวไฟจากแก๊ส หรือ กระแสไฟฟ้า (ภาพที่ 6) (Hargraeves, 1992), การตีตราเย็น (cold branding) ในการตีตราเย็นจะใช้ ไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) โดยทำเครื่องหมายบริเวณผิวหนังด้านหลังหรือด้านข้างลำตัวปลา (Harvey, 1997) หรือสามารถใช้ ethanol ผสมกับ dry ice (อุณหภูมิ -78 องศาเซลเซียส) นำอุปกรณ์ที่เป็นโลหะ (ภาพที่ 7) จุ่มลงในส่วนผสมของ ethanol กับ dry ice จนอุปกรณ์มีความเย็น นำเครื่องมือไปจี้บนตัวปลา (Fujihara and Nagatani, 1967) หรือใช้ acetone ผสมกับ dry ice (Buss, 1953 อ้างโดย Saura, 1996) ในการทำเครื่องหมายปลาได้ และการตีตราโดยใช้สารเคมี ได้แก่ silver nitrate (ภาพที่ 8) (Harvey, 1997) เป็นต้น หรือสามารถใช้แสงเลเซอร์ในการทำเครื่องหมายได้ (Brock and Farrell, 1977)

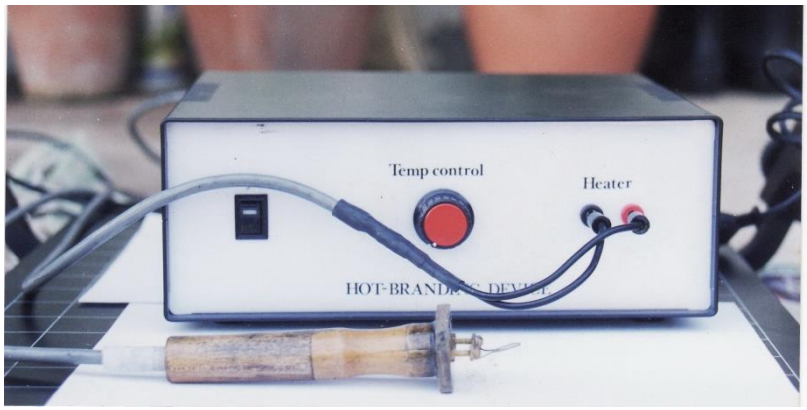
Moav และคณะ (1960) พบว่า การติดเครื่องหมายทำให้ปลาไน (*Cyprinus carpio*) เจริญเติบโตช้ากว่าปรกติ ส่วนการทำเครื่องหมายลงบนตัวปลา โดยการจี้ด้วยลวดที่เผาไฟจนร้อนแดง ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลา นอกจากนี้เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การติดเครื่องหมายมีความคงทนเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เครื่องหมายที่เกิดจากการจี้ด้วยความร้อนยังอยู่ครบ และได้ออกแบบเครื่องมือทำเครื่องหมายด้วยความร้อนโดยใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่แทนการเผาลวดด้วยไฟโดยตรง ซึ่งจะช่วยให้ปฏิบัติงานได้รวดเร็วขึ้นเป็นสองเท่า

Saura (1996) ได้ทำการทดลองทำเครื่องหมายโดยการตีตราร้อนในปลา pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) ระยะ juvenile พบว่า สามารถทำได้ในปลาที่มีขนาดเล็กและอัตราการตาย

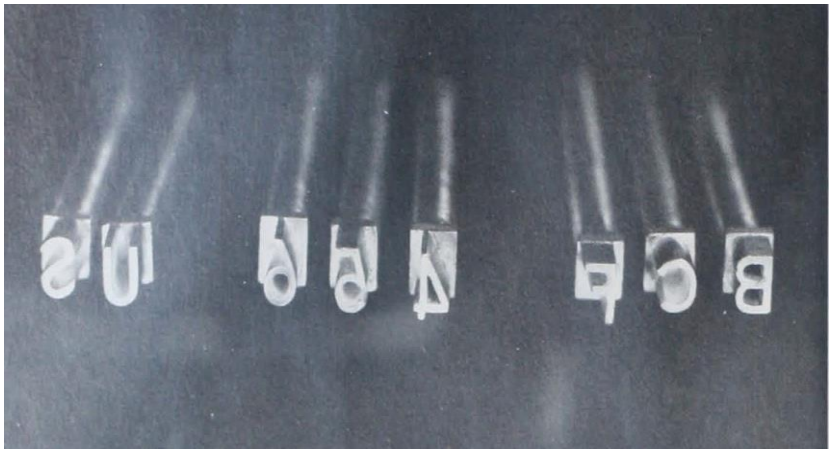
ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มปลาที่ไม่ทำเครื่องหมาย และขนาดของปลาที่เหมาะสมในการทำเครื่องหมายมีความยาวประมาณ 6 เซนติเมตร

อุทัยรัตน์ และวิทย์ (2526) ทดลองทำเครื่องหมายโดยการตีตราร้อน ในปลาดุกด้าน (*Clarias batrachus* Linn.) พบว่า เมื่อทำเครื่องหมายปลาด้วยความร้อน หนังบริเวณที่สัมผัสกับลวดจะไหม้และหลุดออกมาทำให้เกิดแผล ซึ่งแผลนี้จะหายภายใน 2 สัปดาห์ และหนังที่สร้างขึ้นใหม่จะมีสีเข้มเห็นได้ชัดเจน และอัตรารอดตายของปลาที่ทำเครื่องหมายและไม่ทำเครื่องหมายไม่มีความแตกต่างกัน

ข้อดีของการทำเครื่องหมายโดยการตีตรา คือมีราคาไม่แพง สามารถทำเครื่องหมายปลาได้เป็นจำนวนมาก สามารถทำเครื่องหมายกับปลาที่มีขนาดเล็กได้ (juvenile) ไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมของปลา ส่วนข้อเสีย คือ มีรูปแบบของเครื่องหมายที่จำกัดและการตรวจพบเครื่องหมายจะสังเกตได้ยาก เมื่อปลาเติบโตขึ้นเครื่องหมายอาจจะจางหายไปได้จากการขยายตัวของกล้ามเนื้อ (Harvey, 1997) หรือบาดแผลที่ทำเครื่องหมายเกิดการอักเสบจนทำให้ลักษณะเฉพาะของเครื่องหมายเปลี่ยนไปและไม่สามารถบอกลักษณะเฉพาะของเครื่องหมายได้ และถ้าปลามีขนาดเล็กกว่า 6 เซนติเมตร อาจทำให้อัตราการตายของปลาที่ทำเครื่องหมายเพิ่มขึ้น (Saura, 1996)



ภาพที่ 6 อุปกรณ์ทำเครื่องหมายตีตราร้อนโดยใช้ไฟฟ้า



ภาพที่ 7 อุปกรณ์ทำเครื่องหมายการตีตราเย็น

ที่มา : Fujihara and Nagatani (1967)

ภาพที่ 8 อุปกรณ์ทำเครื่องหมายการตีตราโดยใช้ silver nitrate

ที่มา : Fishbio Fish Marking (2011a)

4.1.3 การสัก (tattooing), การฉีดสี (dye injection) การทำเครื่องหมายโดยการสัก (ภาพที่ 9) นิยมใช้รงควัตถุเฉื่อย เช่น India ink, Titanium dioxide สักเป็นตัวอักษรหรือตัวเลข ในปลา trout พบว่า รอยสักคงทนอยู่ได้ประมาณ 5 เดือน นอกจากนี้ยังมีนักชีววิทยาประมงบางท่าน นิยมใช้วิธีอื่นๆ อีก เช่น การฉีดสีใต้ผิวหนัง (subcutaneous injection) การใช้สีย้อมทางชีวภาพ (biological stain) เช่น neutral red หรือ Brismark brown Y (ธนิษฐา, 2543)

การทำเครื่องหมายโดยการฉีดสีย้อม (dye injection) คือ เทคนิคที่ใช้สีย้อม หรือใช้รงควัตถุเฉื่อยเช่นเดียวกับการสัก ฉีดเข้าไปใต้ผิวหนัง (ภาพที่ 10) โดยใช้ความหลากหลายของสีเป็น

ลักษณะเฉพาะของเครื่องหมาย และต้องใช้ผู้ที่มีประสบการณ์ในการฉีด ซึ่งการฉีดสีมีวัตถุประสงค์เดียวกับการสัก (tattoing) แต่ในปัจจุบันการสักไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์ในการสักซึ่งมีราคาแพง (Harvey, 1997)

การทำเครื่องหมายโดยการฉีดสี มีการใช้กันอย่างกว้างขวาง โดย Al Hamid (1954) อ้างโดย อุทัยรัตน์ และวิทย์ (2526) กล่าวว่า การประยุกต์ใช้สามารถทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ในการทำเครื่องหมายจะใช้ความหลากหลายของสี และตำแหน่งในบริเวณที่เห็นเครื่องหมายได้ชัด ซึ่งสามารถใช้กับปลาขนาดเล็ก และสามารถทำเครื่องหมายแบบอื่นร่วมได้อีกด้วย เช่น การตีตราและการตัดครีบ เพื่อช่วยให้มีความหลากหลายของลักษณะเฉพาะของเครื่องหมายเพิ่มมากขึ้น เพื่อใช้จำแนกความหลากหลายของสายพันธุ์ หรือเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์

Kelly (1967) ทำเครื่องหมายโดยการฉีดสี ในปลา brown trout โดยใช้ Fast Blue 8GXM พบว่า สีไม่มีความเป็นพิษต่อปลา และเครื่องหมายสามารถคงทนอยู่ได้ใน 1 ปี และ จากการทดลองของ Basavaraju และคณะ (1998) ทำเครื่องหมายโดยการฉีดสี ในปลา carp โดยใช้ Alcian blue dye ฉีดเข้าไปใต้ผิวหนังของปลาขนาด 10-25 กรัม พบว่า ใน 129 วัน หลังการทดลอง ความคงทนของเครื่องหมายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 24 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 9 การทำเครื่องหมายโดยการสัก

ที่มา : Fishbio Fish Marking (2011c)

ภาพที่ 10 การทำเครื่องหมายโดยการฉีดสี

ข้อดีและข้อเสียของการทำเครื่องหมายภายนอก (Fair, 1999)

ข้อดี

1) มีราคาถูก สามารถทำเครื่องหมายได้รวดเร็ว เป็นเครื่องหมายที่ประยุกต์ใช้ได้ง่าย และไม่จำเป็นต้องใช้ความสามารถพิเศษของบุคคล

2) เป็นเครื่องหมายที่มีความเหมาะสมในการจำแนกความแตกต่างของประชากรหรือกลุ่มของสัตว์น้ำ

3) ไม่มีผลหรือมีผลน้อยต่อการเจริญเติบโต สุขภาพ และพฤติกรรมของปลาที่ทำเครื่องหมาย

4) การทำเครื่องหมายสามารถประยุกต์ใช้ในปลาที่มีจำนวนมากและหลากหลายชนิด

ข้อเสีย

1) ลักษณะเฉพาะของเครื่องหมายมีอยู่อย่างจำกัด เช่น การตัดครีบจะใช้เพียงตำแหน่งของครีบเป็นตัวบอกลักษณะเฉพาะของเครื่องหมายเท่านั้น

2) เครื่องหมายอาจจะทรุดโทรมลงด้วยระยะเวลา เช่นการฉีดสีอาจจะจางลงได้ หรือการตัดครีบ ครีบที่ตัดสามารถงอกใหม่ได้

4.2 การทำเครื่องหมายภายใน (internal mark)

เครื่องหมายภายใน คือ เครื่องหมายที่ไม่สามารถมองเห็นจากภายนอกของตัวปลา และเป็นเครื่องหมายที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ หรือเป็นเครื่องหมายที่ประดิษฐ์ขึ้น ใช้ในการจำแนกปลารายตัวหรือจำแนกกลุ่มของปลาเช่นเดียวกัน เครื่องหมายที่พบบ่อย คือ เครื่องหมายที่ทำอยู่ใน

โครงสร้างของกระดูกโดยการศึกษาลักษณะโครงสร้างของสัตว์ เช่น จำนวนข้อของกระดูกสันหลัง หรือ สัตว์น้ำที่มีไส้ติ่ง (pyloric caeca) เพื่อใช้จำแนกความแตกต่างของกลุ่มปลา หรือศึกษาปรสิตที่อยู่เฉพาะในประชากรใดประชากรหนึ่งของปลา

ข้อดีและข้อเสียของการทำเครื่องหมายภายใน (Fair, 1999)

ข้อดี

1) มีผลกระทบน้อยมากต่อพฤติกรรม การเจริญเติบโต สุขภาพ และอัตรารอดตายของปลาหลังการทำเครื่องหมาย

2) เครื่องหมายที่ใช้แบบสารเคมีแล้วประสบความสำเร็จ และพบบ่อยมากที่สุด คือ การแช่ (submersion) ในสารละลายทางเคมี หรือโดยการเติมสารเคมีลงในอาหาร ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่าย รวดเร็ว ราคาถูก และสามารถประยุกต์ใช้ในปลาที่มีจำนวนมากได้

ข้อเสีย

1) ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

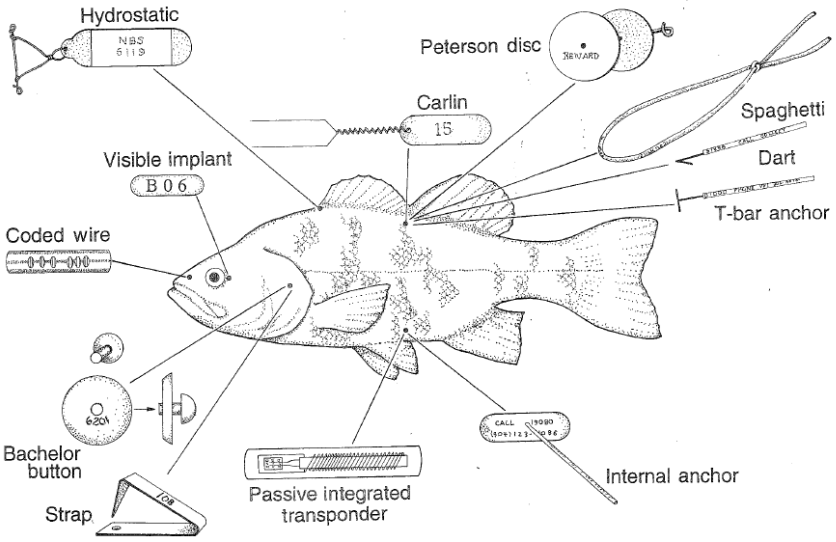
2) การได้คืนปลาที่มีเครื่องหมายและการวิเคราะห์เพื่อการตรวจสอบเครื่องหมายจะมีราคาแพง และทำได้ยาก

3) ต้องการผู้วิเคราะห์ที่เชี่ยวชาญ และต้องมีเครื่องอำนวยความสะดวกที่จำเพาะในห้องทดลอง และเทคนิคที่ประยุกต์ใช้ในการศึกษาประชากรธรรมชาติจะมีความยุ่งยาก

4) การทำเครื่องหมายด้วยสารเคมีในประชากรธรรมชาติ จะมีความต้องการช่วงเวลาที่ยาวนานพอสำหรับการจับปลาที่มีเครื่องหมายคืน เพื่อให้ปลามีเวลาเพียงพอในการก่อตัวเกิดรอยเครื่องหมายขึ้น

4.3 การติดเครื่องหมายภายนอก (external tag)

เครื่องหมายภายนอก คือ เครื่องหมายที่สามารถมองเห็นจากภายนอกตัวปลา (ภาพที่ 11) สามารถติดตามค้นพบได้อย่างง่าย และเครื่องมือที่ใช้ไม่มีลักษณะพิเศษ เครื่องหมายเหล่านี้จะบอกถึงข้อมูลรายตัว และข้อมูลที่ผลิตเพื่อการรายงานผลต่าง ๆ ซึ่ง Fair (1999) กล่าวว่า การใช้เครื่องหมายภายนอกเพื่อการจำแนกปลารายตัวหรือการจำแนกกลุ่มของปลานั้น มีการบันทึกและนำเทคนิคมาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางมาเป็นเวลายาวนาน และมีการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการประเมินตามวัตถุประสงค์ ตัวอย่างของเครื่องหมายภายนอก ได้แก่ dart and T-bar anchor tags, Peterson disc tag, Carlin tag, spaghetti tag และ fingerling tag (McFarlane and Beamish, 1990)



ภาพที่ 11 เครื่องหมายภายนอก

ที่มา : Guy *et al.* (1996)

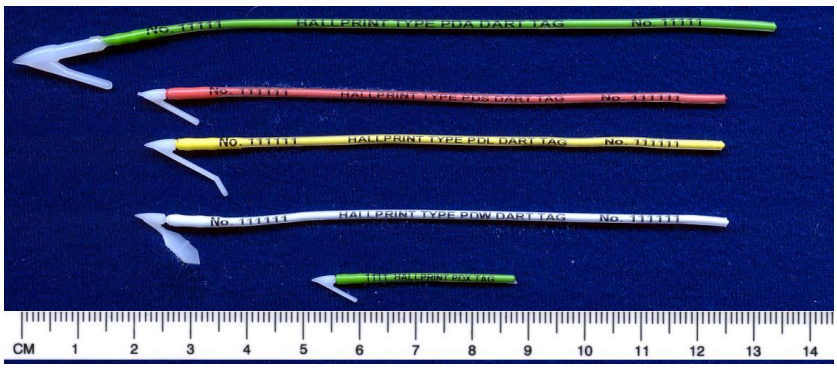
4.3.1 Dart tag และ T-bar anchor tag เป็นเครื่องหมายภายนอกที่นิยมใช้ ทำจากพลาสติก (Nielsen, 1992 อ้างโดย Guy *et al*., 1996) มีสองรูปแบบ (Guy *et al*., 1996) ได้แก่ dart tag จะมีลักษณะเป็นลูกศร (ภาพที่ 12) และ T-bar anchor tag จะมีลักษณะเป็นรูปตัว T (ภาพที่ 13) ตำแหน่งที่จะติดเครื่องหมายลงบนตัวปลามีความสำคัญ ส่วนใหญ่จะติดเครื่องหมายไว้ในบริเวณระหว่างกระดูกส่วน pterygiophores หรือในบริเวณใต้ครีบหลัง (ภาพที่ 14) เพื่อช่วยยึดเครื่องหมายไม่ให้หลุดออกจากตัวปลาเป็นการป้องกันการสูญหายของเครื่องหมายได้ (Waldman *et al*., 1990 อ้างโดย Guy *et al*., 1996)

ข้อดีของ dart tag และ T-bar anchor tag คือ สามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างรวดเร็ว และมีความเหมาะสมกับสัตว์น้ำ สามารถใช้จำแนกปลาเป็นกลุ่มหรือรายตัวโดยใช้ลักษณะเฉพาะของเครื่องหมาย ได้แก่ ตัวเลขที่อยู่บนเครื่องหมาย สี หรือขนาดของเครื่องหมาย เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาผลของการติดเครื่องหมายโดยใช้ dart tag และ T-bar anchor tag เช่นในการศึกษาของ Tranquilli และChilders (1982) ได้ทดลองติดเครื่องหมาย anchor tags ในปลา largemount bass พบว่า ไม่มีความแตกต่างของการเจริญเติบโตระหว่าง ปลาที่ติดเครื่องหมายกับปลาที่ไม่ติดเครื่องหมาย

ส่วนข้อเสียของเครื่องหมาย dart tag และ T-bar anchor tag คือ จะมีการสูญหายของเครื่องหมายมากขึ้นเนื่องจากหลายปัจจัย เช่น ลักษณะของปลาและพฤติกรรมในการดำรงชีวิต รูปแบบและเวลาที่ใช้ในการทดลอง เป็นต้น ซึ่ง Ebener และ Copes (1982) ทำการทดลองติด

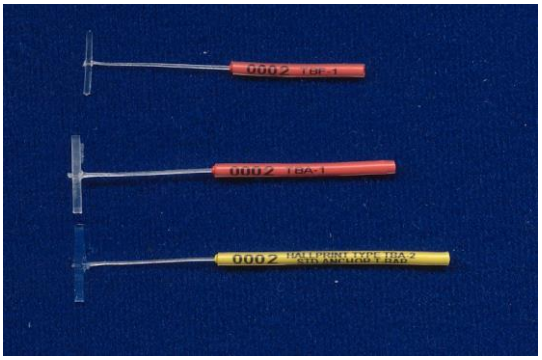
เครื่องหมาย T-bar ในปลา whitefish พบว่า การสูญหายของเครื่องหมายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 11 เปอร์เซ็นต์ ใน 1 ปี และ 18.9 เปอร์เซ็นต์ ใน 3 ปี และ Muoneke (1992) ทำการทดลองติดเครื่องหมาย T-bar ในปลา white bass พบว่า การสูญหายของเครื่องหมายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 24 เปอร์เซ็นต์ ใน 1 ปี

Bucklay และ Blankenship (1990) กล่าวว่า การติดเครื่องหมายจำพวก dart tag และ T-bar anchor tag สามารถก่อให้เกิดความรำคาญและสร้างความเจ็บปวดแก่ปลาที่ถูกทำเครื่องหมายซึ่งจะส่งผลต่อพฤติกรรมการดำรงชีวิตของปลาได้ ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว Guy และคณะ (1996) แนะนำว่า ควรจะใช้เครื่องหมายให้สัมพันธ์กับขนาดของปลา ถ้าปลามีขนาดเล็ก ก็สมควรที่จะลดขนาดของเครื่องหมายลงด้วยซึ่งจะช่วยลดความบอบช้ำจากการติดเครื่องหมายและลดการสูญหายของเครื่องหมายลงได้



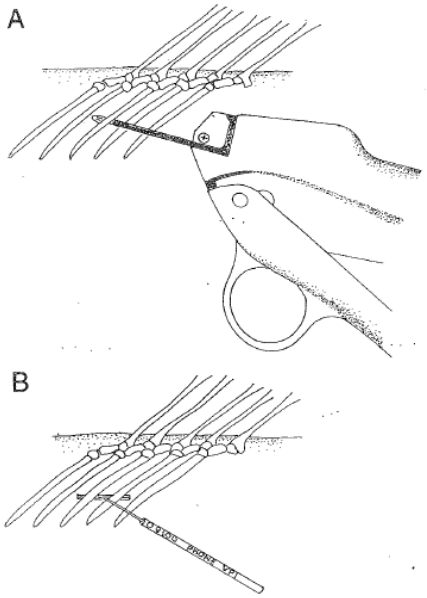
ภาพที่ 12 Dart tag

ที่มา : Hallprint Fish Tagging (2010a)



ภาพที่ 13 T-bar anchor tag

ที่มา : Hallprint Fish Tagging (2010c)



ภาพที่ 14 การติดเครื่องหมาย T-bar anchor tag ไว้บริเวณระหว่างกระดูกส่วน pterygiophores หรือบริเวณใต้ครีบหลัง

ที่มา : Guy *et al*. (1996)

4.3.2 Peterson disc tag เป็นเครื่องหมายที่มีการใช้มาเป็นเวลายาวนานประกอบด้วยพลาสติกสองแผ่นที่มีลักษณะกลม (ภาพที่ 15) การติดเครื่องหมายทำโดยเจาะผ่านลำตัวของปลาบริเวณส่วนหลังหรือบริเวณใต้ครีบหลัง ตัวเครื่องหมายจะพิมพ์ข้อมูลเพื่อใช้จำแนกปลาออกเป็นกลุ่มหรือรายตัว (McFarlane and Beamish, 1990)

ข้อดีของ Peterson disc tag คือ เครื่องหมายมีความคงทนสามารถใช้ได้นาน ส่วนข้อเสียคือเมื่อปลามีการเจริญเติบโตเครื่องหมายจะเป็นตัวกดกล้ามเนื้อของปลา ส่งผลต่อพฤติกรรมการดำรงชีวิตของปลาได้ (Guy *et al*., 1996)

ภาพที่ 15 Peterson disc tag

ที่มา : Fuentes *et al*. (2006)

4.3.3 Carlin tag เป็นเครื่องหมายที่มีการใช้มาอย่างยาวนาน โดยจะใช้ลวดและแผ่นพลาสติกเป็นตัวเครื่องหมาย ที่แผ่นพลาสติกจะมีการพิมพ์ข้อมูลเพื่อใช้ในการจำแนกสัตว์น้ำออกเป็นกลุ่มหรือรายตัว โดยส่วนใหญ่จะติดเครื่องหมายบริเวณส่วนหลังของปลาหรือบริเวณใต้ครีบหลัง (ภาพที่ 16) McAllister และคณะ (1992) ได้ทำการติดเครื่องหมาย Carlin tag และ T-bar anchor tag ในปลา rainbow trout พบว่า การเจริญเติบโตของปลาที่ติดเครื่องหมายโดยใช้ Carlin tag มีการเจริญเติบโตน้อยกว่าการติดเครื่องหมายแบบ T-bar anchor tag อย่างมีนัยสำคัญ

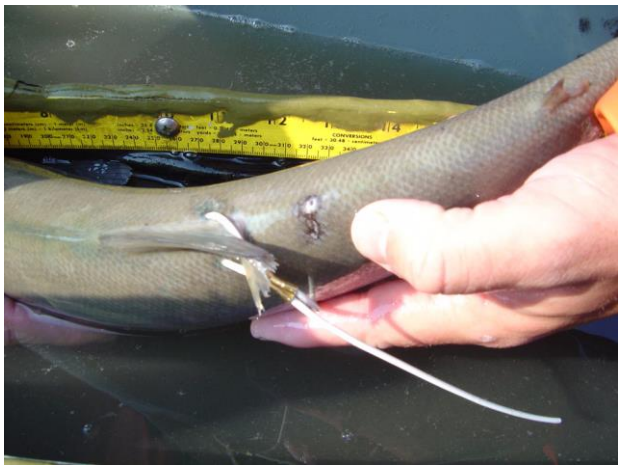
ภาพที่ 16 Carlin tag

ที่มา : Arizona Game and Fish Department (2009)

4.3.4 Spaghetti tag เป็นเครื่องหมายที่ทำมาจากพลาสติก (ภาพที่ 17) ที่มีลักษณะเป็นท่อกลวง (vinyl tubing) ซึ่งจะพิมพ์ข้อมูลลงในตัวเครื่องหมาย เพื่อใช้จำแนกปลาออกเป็นกลุ่มหรือราย

ตัว การติดเครื่องหมายจะติดบริเวณกล้ามเนื้อใต้ครีบหลัง ซึ่งเจาะผ่านเข้าไปในลำตัวปลาโดยใช้ hypodermic needle หรือ cannula (เข็ม)

Wilson (1953) อ้างโดย Guy และคณะ (1996) เป็นผู้ผลิต Spaghetti tag ใช้กับปลา yellowfin tuna และปลา albacore ข้อดีของเครื่องหมายประเภทนี้ คือ มีราคาถูก มีความคงทน สามารถใช้ได้นาน แต่ลักษณะของเครื่องหมายที่เป็นห่วงซึ่งอยู่ภายนอกตัวปลาอาจจะสร้างความรำคาญและเป็นตัวกีดขวางการดำรงชีวิตหรือมีผลกระทบต่อพฤติกรรมของปลาได้



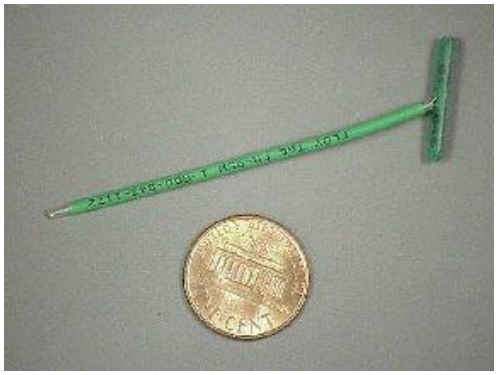
ภาพที่ 17 Spaghetti tag
ที่มา : Ifish (2010)

4.3.5 Internal anchor tag เป็นเครื่องหมายซึ่งมีลักษณะคล้าย dart tag หรือ T-bar anchor tag (ภาพที่ 18) ทำมาจากพลาสติก แต่การติดเครื่องหมายจะฝังส่วนเงี่ยงของเครื่องหมายไว้ในช่องว่างในลำตัว (body cavity) แทนการติดในบริเวณกล้ามเนื้อใต้ครีบหลัง (dorsal fin) เพื่อเป็นตัวช่วยยึดเครื่องหมายไม่ให้หลุดออกจากตัวปลา (McFarlane and Beamish, 1990) การติดเครื่องหมายชนิดนี้ จะใช้ scalpel (ดัดแปลงจากมีดผ่าตัด) (ภาพที่ 19) โดยจะติดเครื่องหมายในระดับเดียวกันกับผนังลำตัวจากด้านช่องท้อง ตัวเครื่องหมายที่ยื่นออกมานอกลำตัว จะมีการตีพิมพ์ข้อมูลเพื่อใช้จำแนกปลาออกเป็นกลุ่มหรือรายตัว (Guy *et al*., 1996)

ข้อดีของ internal anchor tag คือ มีความคงทน และสามารถประยุกต์ใช้กับปลาหลากหลายชนิดได้ ซึ่ง Fable (1990) อ้างโดย Guy และคณะ (1996) ได้ทำการทดลองติดเครื่องหมาย internal anchor tag และ dart tag ในปลา king mackerel พบว่า internal anchor tag พบเห็นได้ดีกว่า dart tag และ Weathers และคณะ (1990) ได้ทำการทดลองติดเครื่องหมาย internal anchor tag ในปลา

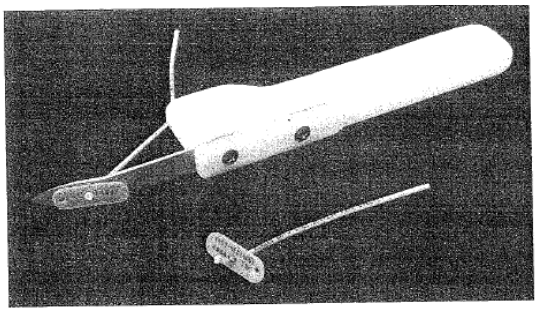
largemouth bass ที่มีความยาวประมาณ 131-568 mm พบว่า 90 วันหลังการทดลอง ไม่มีการสูญหายของเครื่องหมาย

ส่วนข้อเสียของเครื่องหมายประเภทนี้ คือ ขั้นตอนในการติดเครื่องหมายมีความยุ่งยาก ใช้เวลานานในการติดเครื่องหมาย และผู้ใช้ต้องมีประสบการณ์ในการติดเครื่องหมาย (Guy *et al*., 1996)



ภาพที่ 18 Internal anchor tag

ที่มา : Hallprint Fish Tagging (2010b)



ภาพที่ 19 Scalpel

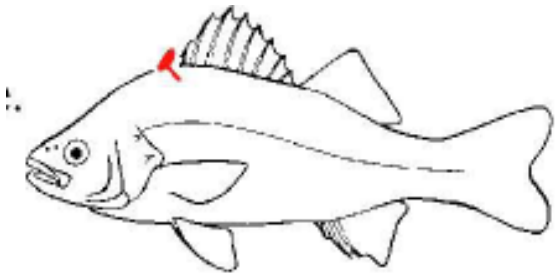
ที่มา : Guy *et al*. (1996)

4.3.6 Floy fingerling tag เป็นเครื่องหมายที่ใช้เชือกและพลาสติกขนาดเล็กประมาณ 6 มิลลิเมตร (ภาพที่ 20) มีการพิมพ์ข้อมูล เช่น ตัวเลข หรือใช้สีเพื่อใช้จำแนกปลาออกเป็นกลุ่มหรือรายตัว เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลพันธุ์ประวัติ สามารถใช้ Floy fingerling tag กับปลาที่มียาวเฉลี่ย

ประมาณ 10 เซนติเมตร การติดเครื่องหมายคล้ายกับการติดเครื่องหมาย spaghetti tag (Sanchez-Lamadrid, 2001)

Basavaraju และคณะ (1998) ได้ทำการทดลองติดเครื่องหมาย floy fingerling tag ในปลา carp ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 30-75 กรัม พบว่า หลังจากทดลองเลี้ยงเป็นเวลา 151 วัน ความคงทนของเครื่องหมายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.7 เปอร์เซ็นต์

Sanchez-Lamadrid (2001) ได้ทำการทดลองติดเครื่องหมาย floy fingerling tag ในปลา gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 10 กรัม พบว่า หลังจากทดลองเลี้ยงเป็นเวลา 1 ปี ความคงทนของเครื่องหมายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 27.5 เปอร์เซ็นต์ และอัตรารอดตายโดยเฉลี่ยหลังจากทำเครื่องหมายเท่ากับ 89-91.5 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 20 Floy fingerling tag

ที่มา : Floy tag and Manufacturing Inc (2004)

ข้อดีและข้อเสียของเครื่องหมายภายนอก (Fair, 1999)

ข้อดี

1) มีราคาไม่แพง

2) ใช้ง่ายและรวดเร็ว เนื่องจากมีการใช้เทคโนโลยีที่ง่ายสำหรับการประยุกต์ใช้

3) เหมาะที่จะใช้กับปลาที่มีขนาดใหญ่ (ส่วนใหญ่ขึ้นกับขนาดของเครื่องหมาย)

4) สามารถพบเห็นได้ง่ายเนื่องจากเครื่องหมายติดอยู่ภายนอกตัวปลา

5) สามารถบันทึกตัวเลขลงบนเครื่องหมายได้

6) สามารถจำแนกประชากรปลาได้อย่างกว้างขวาง

7) ความคงทนของเครื่องหมายสูง (ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องหมาย)

ข้อเสีย

1) การแสดงข้อมูลมีขีดจำกัดหรือมีขอบเขตที่จำกัด คือ ไม่สามารถรายงานข้อมูลของปลาในช่วงระยะเวลาระหว่างการปล่อยจนกว่าจะจับคืนได้

2) การติดเครื่องหมายภายนอก อาจจะมีผลต่อการเจริญเติบโต พฤติกรรม การว่ายน้ำและการหลบซ่อนของปลา ส่งผลให้สุขภาพและอัตรารอดตายของปลาลดลง เนื่องจากการติดเครื่องหมายต้องเจาะผ่านทะลุผิวหนังของปลา จึงอาจทำให้เกิดการติดเชื้อได้

3) การสูญหายของเครื่องหมายอาจจะมีค่าสูงซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องหมาย ชนิดของปลา และประสบการณ์ของผู้ที่ทำการติดเครื่องหมาย

4) การประยุกต์ใช้ในปลาที่มีขนาดเล็กจะทำได้ยาก

4.4 การติดเครื่องหมายภายใน (internal tag)

การติดเครื่องหมายภายใน คือ การใส่หรือฉีดเครื่องหมายเข้าไปในตัวปลา (body cavity, muscle หรือ cartilage) เนื่องจากการจำแนกปลารายตัว หรือการจำแนกกลุ่มของปลา ควรจะส่งผลกระทบน้อยที่สุดต่อพฤติกรรม สุขภาพ และอัตรารอดของปลา จึงมีการพัฒนาเครื่องหมายภายในขึ้น ตัวอย่างของเครื่องหมายภายใน ได้แก่ code wire tag (CWT), passive integrated transponder tag (PIT tag) และ magnetic body cavity tag (MCT) เป็นต้น (Fair, 1999)

4.4.1 Code wire tag (CWT) เป็นเครื่องหมายที่มีการใช้อย่างกว้างขวาง (ภาพที่ 21) ถูกประดิษฐ์ขึ้นตั้งแต่ปี 1960 และเริ่ม ใช้ CWT กับปลา Pacific salmon CWT เป็นเครื่องหมาย stainless steel ที่มีขนาดเล็ก (ขนาด 0.5-2.0 มิลลิเมตร x 0.25 มิลลิเมตร) นำมาทำให้เป็นแม่เหล็กแล้วฝังเข้าไปใต้ผิวหนัง เพื่อใช้ในการจำแนกปลาออกเป็นกลุ่มหรือรายตัว โดยทั่วไปฝัง CWT บริเวณเหนือจมูกของปลา เหมาะสำหรับติดเครื่องหมายปลาที่มีจำนวนมาก และมีความเหมาะสมกับปลาทั้งที่มีขนาดเล็ก และมีขนาดใหญ่ (Jefferts *et al*., 1963 อ้างโดย Guy *et al*., 1996) มักจะทำร่วมกับการทำเครื่องหมายภายนอก เช่น การตัดครีบไขมัน เพื่อแสดงให้ทราบว่าเป็นปลาที่มี CWT ฝังอยู่ในตัวแล้ว (Harvey, 1997) ตำแหน่งที่ติดเครื่องหมายจะส่งผลต่อความคงทนของเครื่องหมาย (retention rate) ซึ่ง Fletcher และคณะ (1987) อ้างโดย Guy และคณะ (1996) ได้ใช้ CWT ฝังเข้าไปในบริเวณส่วนหัวและจมูกของปลา pacific salmon พบว่า ความคงทนโดยเฉลี่ยของเครื่องหมายสูง และสำคัญที่สุด คือการเลือกตำแหน่งของการติดเครื่องหมายต้องเหมาะสมกับชนิดและขนาดของสัตว์ทดลองด้วย จากการทดลองของ Brennan และคณะ (2007) ใช้ CWT ในปลา red snapper (*Lutjanus campechanus*) พบว่า บริเวณต้นคอ และจมูกเป็นตำแหน่งที่มีผลให้ความคงทนของ

เครื่องหมายสูงมาก ซึ่งความคงทนของเครื่องหมายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และ 97.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับใน 6 สัปดาห์

Buckley และ Blankenship (1990) กล่าวว่า ข้อดีของ CWT คือ เป็นเครื่องหมายที่มีขนาดเล็กมากและสามารถใช้กับปลาได้อย่างเหมาะสม และ พบว่าภายหลังจากการฝัง CWT เนื้อเยื่อภายในและภายนอกที่มีการติดเครื่องหมายจะมีความเสียหายเพียงเล็กน้อยและจะหายได้อย่างรวดเร็ว ส่วนข้อเสีย คือ มีราคาแพงและต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือค้นหาเครื่องหมาย

ภาพที่ 21 Code wire tag (CWT)

ที่มา : Northwest Marine Technology (2010a)

4.4.2 Passive integrated transponder tag (PIT tag) เป็น microchip ขนาดเล็ก (ภาพที่ 22) ถูกประดิษฐ์ขึ้นในปี 1980 เป็นเครื่องหมายที่สามารถส่งข้อมูลแบบ semi-electronic tag (โดยคลื่นวิทยุ) เมื่อมีการชักนำโดยกระแสไฟฟ้า ตัวส่งสัญญาณถูกห่อหุ้มด้วยหลอดแก้ว อย่างไรก็ตาม PIT tag มีขนาดใหญ่กว่า CWT แต่ถือว่ายังคงเป็นเครื่องหมายขนาดเล็ก มีความยาว 12.0 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.1 มิลลิเมตร การติดเครื่องหมายทำโดยฉีดเข้าสู่ส่วนใดส่วนหนึ่งของปลา เช่น กล้ามเนื้อหลัง หรือช่องท้อง

จากการทดลองของ Navarro และคณะ (2006) ได้ติดเครื่องหมาย PIT tag ในปลา gilthead seabream (*Sparus auratus* L.) โดยติดบริเวณกล้ามเนื้อหลังและช่องท้อง พบว่า อัตรารอดตายของปลาหลังการติดเครื่องหมายบริเวณกล้ามเนื้อหลังและช่องท้อง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

($p > 0.05$) แต่การสูญหายของเครื่องหมายมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยที่ตำแหน่งบริเวณกล้ามเนื้อหลังและช่องท้องมีการสูญหายของเครื่องหมายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 14เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

โดยปรกติจะใช้ PIT tag ในปลาที่มีจำนวนน้อย ประมาณ 100 ตัวขึ้นไป และมีการประยุกต์ใช้ PIT tag ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อการจำแนกรายตัวซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์ (Guy *et al*., 1996; Fair, 1999) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ได้ผลมากในการติดเครื่องหมายในปลาขนาดใหญ่เพื่อจำแนกข้อมูลเป็นรายตัว (Gibbons and Andrews, 2004 อ้างโดย Fair, 1999) PIT tag มีจุดดีกว่าเครื่องหมายชนิดอื่น ๆ เนื่องจากลักษณะของเครื่องหมายสามารถจัดเก็บข้อมูลที่เป็นตัวเลขและตัวอักษรได้เป็นล้านตัว มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และหุ้มด้วยแก้ว จึงสามารถนำมาใช้ในเนื้อเยื่อหรือ body cavity และคงทนอยู่ได้เป็นระยะเวลานาน (มากกว่า 10 ปี) ส่วนข้อเสีย คือ มีราคาสูง และต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือค้นหาเครื่องหมาย (Fair, 1999)

ภาพที่ 22 Passive integrated transponder tag (PIT tag)
ที่มา : Fishbio Fish Marking (2011b)

ข้อดีและข้อเสียของเครื่องหมายภายใน (Fair, 1999)

ข้อดี

1) เครื่องหมายภายในจะมีขนาดเล็ก และไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต สุขภาพ และอัตรารอดตายของปลา

2) มีความเหมาะสมกับปลาหลากหลายชนิด

3) ความคงทนของเครื่องหมายสูง

4) สามารถนำเครื่องหมายมาใช้ซ้ำได้หลายครั้ง เพราะเครื่องหมายมีความคงทน

ข้อเสีย

1) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดเครื่องหมายภายในมีราคาแพง และมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือค้นหาเครื่องหมาย

2) ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ในการติดเครื่องหมาย

3) การนำตัวอย่างปลาที่ติดเครื่องหมายกลับคืนมาทำได้ยาก เนื่องจากเครื่องหมายภายในไม่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก

4) เครื่องหมายที่ฝังในตัวปลามีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งภายในตัวปลาได้เพราะเครื่องหมายมีขนาดเล็ก และอาจจะทำให้หาเครื่องหมายไม่พบ

4.5 Internal marks – externally and visibly detected

การทำเครื่องหมายภายในที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก เช่นการทำเครื่องหมายโดยการฉีด elastomer เข้าไปใต้ผิวหนังของปลา และมองเห็นได้จากภายนอก (Fair, 1999) ตัวอย่างของเครื่องหมายชนิดนี้ คือ visible implant elastomer tag (VIE tag) (ภาพที่ 23)

ภาพที่ 23 Visible implant elastomer tag

ที่มา : Northwest Marine Technology (2010b)

Fryda และคณะ (2007) กล่าวว่า VIE tag ผลิตมาจาก fluorescent polymer มีลักษณะที่สามารถยืดหยุ่นได้ และนี่คือเครื่องหมายที่รวมลักษณะข้อดีต่างๆ ของการทำเครื่องหมายภายในและการทำเครื่องหมายภายนอกไว้ด้วยกัน เช่น ความสามารถในการจำแนกเครื่องหมายสามารถมองเห็นได้ง่าย ไม่ต้องใช้เครื่องมือที่พิเศษที่มีราคาแพง

Northwest Marine Technology (2008) กล่าวว่า VIE tag ใช้สำหรับทำเครื่องหมายปลา และสัตว์ชนิดอื่นๆ ที่มีขนาดเล็ก โดย VIE tag มีส่วนประกอบซึ่งมีลักษณะคล้ายกับยาง (elastomer)

สองส่วน คือ ส่วนที่ทำให้เกิดสี และ ส่วนที่ถนอมสี (curing agent) หลังการผสม elastomer จะมีลักษณะเป็น liquid ที่สามารถฉีดเข้าไปใต้ผิวหนังโดยใช้เข็มฉีดยา (hypodermic syringes)

สีที่มีในระบบของ VIE tag มีทั้งหมด 10 สี (ภาพที่ 24) ประกอบด้วยสีที่เป็น fluorescent 6 สี ได้แก่ สีแดง สีส้ม สีชมพู สีเหลือง สีเขียว และสีน้ำเงิน (ภาพที่ 25) และสีที่ไม่ใช่ fluorescent 4 สี ได้แก่ สีดำ สีขาว สีม่วง และสีน้ำตาล

ภาพที่ 24 สีที่มีในระบบของ VIE tag
ที่มา: Northwest Marine Technology (2008)

ภาพที่ 25 สีที่เป็น fluorescent ได้แก่ สีแดง สีส้ม สีชมพู สีเหลือง สีเขียว และสีน้ำเงิน
ที่มา: Northwest Marine Technology (2008)

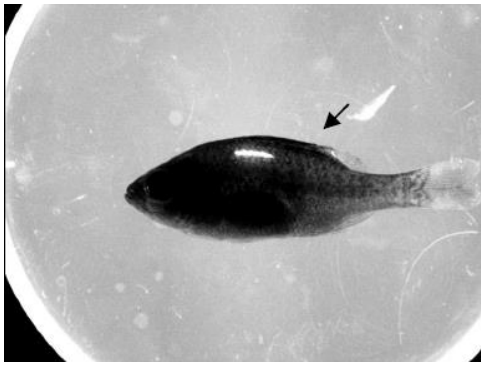
VIE tag มีความเหมาะสมกับเนื้อเยื่อที่โปร่งแสง หรือกึ่งโปร่งแสง แผลที่ฉีดสามารถหายภายใน 1 ชั่วโมง – 1 วัน เนื่องจาก VIE tag เมื่ออยู่ภายใต้ผิวหนังจะไม่ส่งผลเสียต่อเนื้อเยื่อ ไม่มีการ

บาดเจ็บหรือรอยแผล และจะส่งผลน้อยมากต่อการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย และพฤติกรรมของสัตว์น้ำ และการใช้ VIE tag สามารถทำเครื่องหมายได้หลายตำแหน่ง รวมทั้งสามารถทำได้มากกว่าสองตำแหน่งในปลาตัวเดียวกัน และใช้กับสัตว์น้ำที่มีจำนวนมากได้ นอกจากนี้ VIE tag สามารถประยุกต์ใช้ในปลาที่มีขนาดเล็ก (ความยาวน้อยกว่า 40 มิลลิเมตร) โดยมีอัตราการคงทนของเครื่องหมายสูง และมีอัตราการตายต่ำ (Frederick, 1997) อย่างไรก็ตามต้องทำด้วยความระมัดระวังและต้องการผู้ที่มีประสบการณ์และเชี่ยวชาญในการทำเครื่องหมาย (Northwest Marine Technology, 2008) ในทางตรงกันข้าม เครื่องหมายภายนอก จะทำให้เกิดบาดแผลจากการทำเครื่องหมาย ซึ่งหายช้ามาก หรืออาจจะไม่หายเลย (Robert *et al*., 1973 อ้างโดย Northwest Marine Technology, 2008)

Frederick (1997) รายงานว่า VIE tag สามารถประยุกต์ใช้ในปลาจำพวก Pomacentrids (*Chromis ovalis* และ *Dascyllus albisella*) และสัตว์ในแนวปะการัง และมีบางการศึกษาทำเครื่องหมาย VIE tag ในตำแหน่งด้านข้างของร่างกายสัตว์ทดลอง พบว่า เครื่องหมายจะถูกปิดด้วยผิวเนื้อเยื่อทึบแสงในตัวของสัตว์ทดลองซึ่งสามารถตรวจพบเครื่องหมายโดยการเปิดผิวหนังออกหรือเป็นการผ่าตัด แต่ต้องมีความละเอียดอ่อนมากๆ เพื่อลดความบอบช้ำในตัวปลา

Olsen และ Vollestad (2001) กล่าวว่า มีรายงานการศึกษาการทำเครื่องหมายโดยใช้ VIE tag ในปลา brown trout (*Salmo trutta*) ขนาดเล็กที่สุด โดยใช้ insulin syringe และเข็มเบอร์ 29 ตัวเครื่องหมายมีความยาว 1-3 มิลลิเมตร ฉีดเข้าไปในครีบก้น (anal fin) พบว่า ไม่มีการตายหรือการสูญหายของเครื่องหมาย

Studenkov และคณะ (2008) ได้ทำการทดลองและประยุกต์ใช้ VIE tag ในปลา Pumpkinseeds (*Lepomis gibbosus* L.) เปรียบเทียบกับกลุ่มปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมาย โดยศึกษาอัตรารอดตาย และ อัตราการเจริญเติบโต ทำเครื่องหมาย 1 ตำแหน่ง คือ บริเวณด้านหน้าของครีบหลัง (anterior dorsal fin) (ภาพที่ 26) ผลการทดลอง พบว่า ภายหลังการทดลอง 112 วัน น้ำหนักของกลุ่มปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมายและกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) การสูญหายของเครื่องหมายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 10.52 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจจะเกิดจากการขาดประสบการณ์ในการทำเครื่องหมาย และในกลุ่มปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมาย มีอัตราการตาย 17.4เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่มทดลองมีอัตราการตาย 11.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)



ภาพที่ 26 การทำเครื่องหมาย VIE ที่ตำแหน่งด้านหน้าของครีบหลัง (anterior dorsal fin) ในปลา Pumpkinseeds (*Lepomis gibbosus* L.)

ที่มา: Studenkov *et al*. (2008)

จากการทดลองของ Fuller และคณะ (2010) ได้ทำเครื่องหมาย VIE tag ในปลา sunshine bass (*Morone chrysops*) พบว่า อัตรารอดตาย และอัตราการเจริญเติบโต ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับกลุ่มปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมาย และสามารถตรวจพบเครื่องหมายได้ 100 เปอร์เซ็นต์, 83 เปอร์เซ็นต์ และ 63 เปอร์เซ็นต์ ที่ 28 วัน 42 วัน และ 56 วัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.0001$) และตำแหน่งที่ได้ผลดีที่สุด คือ ด้านล่างของครีบหลัง รองลงมาคือบริเวณหลังตา โคนหาง และ ฐานของครีบก้น (base of the anal fin) ตามลำดับ

ข้อดีและข้อเสียของ visible implant elastomer tag (Northwest Marine Technology, 2008)

ข้อดี

1) การคงทนของเครื่องหมายสูง

2) สามารถประยุกต์ใช้กับปลาและสัตว์อื่นๆ ที่มีขนาดเล็ก

3) มีผลกระทบน้อยมากในเรื่องของ อัตรารอดตาย อัตราการเจริญเติบโต และพฤติกรรมของปลาหรือสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ

4) ใช้ต้นทุนน้อย (ในต่างประเทศ)

5) สามารถใช้งานได้ง่ายและรวดเร็ว

6) สามารถตรวจพบเครื่องหมายได้ด้วยตาเปล่า

7) การตรวจพบเครื่องหมายสามารถทำได้ง่ายขึ้นโดยการส่องแสงสว่าง

ข้อเสีย

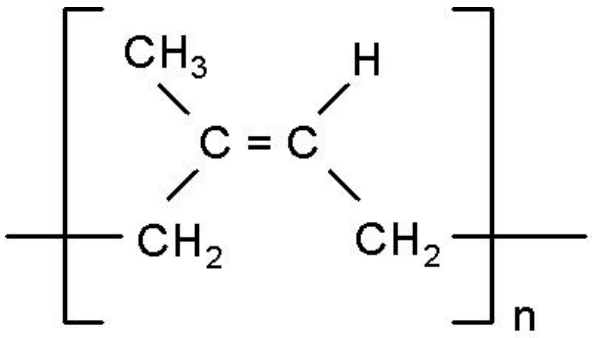
1) ความสามารถในการบอกรายละเอียดข้อมูลของเครื่องหมายมีจำกัด เพราะในการทำเครื่องหมายจะใช้เพียงความหลากหลายของสีและตำแหน่งบนร่างกายที่ทำการทำเครื่องหมายเท่านั้น

2) การตรวจพบเครื่องหมายในตัวสัตว์น้ำอาจจะกลายเป็นเรื่องยาก เช่น การทำเครื่องหมายอาจจะลึกเกินไป ถึงแม้ว่า VIE tag สามารถค้นพบโดยการใช้ VI light (เครื่องมือสำหรับตรวจหาเครื่องหมาย) ก็ตาม

4.5.1 ยางธรรมชาติ (Natural Rubber, NR) ในการทดลองครั้งนี้การทำเครื่องหมายภายในที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอกเช่น VIE tag ที่มีขายในเชิงพาณิชย์ จะไม่นำมาใช้ในการทดลอง เนื่องจากมีราคาแพง หาซื้อได้ยากเพราะต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ดังนั้นในการทดลองจึงใช้ VIE tag โดยใช้ยางพาราผสมกับสี เนื่องจากคุณสมบัติของยางพาราเป็นอีลาสโตเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติ (จันทร์ฉาย และคณะ, 2548) และยางพารามีสายโซ่โมเลกุลที่เคลื่อนไหวหักงอไปมาได้ง่าย ทำให้ยางพาราคงสภาพยืดหยุ่นได้ดี (สุวิมล, 2550) อีกทั้งมีราคาไม่แพง สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่นของประเทศไทย โดยวัตถุดิบที่จะใช้ทำเครื่องหมาย คือ น้ำยางพาราผสมกับสีทำเป็นเครื่องหมายเพื่อที่จะทดสอบการใช้และทดแทน VIE tag ที่มีขายในเชิงพาณิชย์ และผลการทดลองที่ได้จะเป็นส่วนสำคัญเพื่อใช้ในโครงการการปรับปรุงพันธุ์ เช่น การประเมินค่าอัตราพันธุกรรม (heritability) การประเมินค่าความดีเด่นของลูกผสม (heterosis) รวมไปถึงการคัดพันธุ์ (selection) หรือพัฒนาเพื่อการเพาะเลี้ยงต่อไปในอนาคต

ยางธรรมชาติหรือยางพาราส่วนมากเป็นยางที่ได้มาจากต้นยางพารา ที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ คือ ฮีเวีย บราซิลเลียนซิส (*Hevea brasiliensis*) บางครั้งจึงเรียกยางธรรมชาติว่า ยางฮีเวีย (Hevea latex) หรือยางพารา ซึ่งเป็นไม้ป่าที่มีต้นกำเนิดมาจากลุ่มน้ำอเมซอนในทวีปอเมริกาใต้ น้ำยางสดที่กรีดได้จากต้นยางพารามีลักษณะเป็นสีขาวข้น มีเนื้อยางแห้ง (dry rubber content, DRC) โดยประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) (พงษ์ธร, 2548) โมเลกุลของยางธรรมชาติเป็นพอลิเมอร์ประเภทอีลาสโตเมอร์ มีชื่อทางเคมี คือ ซิส-1, 4-พอลิไอโซพรีน (cis-1,4- Polyisoprene, PI) กล่าวคือ ในโมเลกุลยาง 1 โมเลกุล จะประกอบด้วยหน่วยของไอโซพรีน (C_5H_8) มาต่อกันเป็นสายยาวแบบโซ่ตรงและหน่วยซ้ำๆ กันเหล่านี้มีการจัดแบบซิส (cis) คือ หมู่ CH_2 ของทุกหน่วยอยู่ข้างเดียวกันของพันธะคู่ (ภาพที่ 27) ตลอดสายโซ่ตรงของยาง (จันทร์ฉาย และคณะ, 2548; พงษ์ธร, 2548) โดยที่ n มีค่าตั้งแต่ 5,000 จนถึงประมาณ 15,000 (พรพรรณ, 2540) ยางธรรมชาติประกอบด้วยโมเลกุลที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 50,000 – 3,000,000 และประมาณร้อยละ 60 ของโมเลกุล

เหล่านี้ มีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่า 1,300,000 มีอุณหภูมิกลาสทรานซิชัน (Tg) ต่ำถึง -73 องศาเซลเซียส (ชัยวัฒน์, 2526 อ้างโดย สุวิมล, 2550) หรือหมายความว่าถ้าหากนำยางธรรมชาติไปเก็บไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า -73 องศาเซลเซียส สมบัติของยางจะเปลี่ยนจากที่เคยยืดหยุ่นไปเป็นของแข็งเปราะเช่นเดียวกับแก้ว (พงษ์ธร, 2548) มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.934 ที่ 20 องศาเซลเซียส และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อยางเย็นตัวลง มีดรรชนีหักเหของแสงเท่ากับ 1.5215-1.5238 ที่ 20 องศาเซลเซียส (Hoftmann, 1989 อ้างโดย สุวิมล, 2550)



ภาพที่ 27 โครงสร้างทางเคมีของยางธรรมชาติ
ที่มา : พงษ์ธร (2554)

4.5.2 ส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติ โดยทั่วไปยางธรรมชาติมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยอยู่ในช่วง 200,000 ถึง 400,000 และมีการกระจายตัวของน้ำหนักโมเลกุลที่กว้างมาก น้ำยางที่ได้จากต้นยางโดยปรกติแล้วจะมีความหนาแน่นประมาณ 0.98 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ประมาณ 6.5 ถึง 7.0 และมีพลังงานพื้นผิวอิสระ (surface free energy) ตั้งแต่ 4.0 ถึง 4.5 ไมโครจูลต่อตารางเซนติเมตร โดยทั่วไปน้ำยางจะมีส่วนประกอบต่างๆ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ ส่วนที่เป็นเนื้อยาง และส่วนที่ไม่ใช่เนื้อยาง

ส่วนที่เป็นเนื้อยาง	35 เปอร์เซ็นต์
ส่วนที่ไม่ใช่เนื้อยาง	65 เปอร์เซ็นต์
ส่วนที่เป็นน้ำ	55 เปอร์เซ็นต์
ส่วนที่เป็นลูทอยด์ (Lutiod) และสารอื่นๆ	10 เปอร์เซ็นต์

ส่วนที่เป็นเนื้อยาง (Rubber phase) ในส่วนของเนื้อยางนั้นจะมีลักษณะของอนุภาคทรงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.02 ถึง 3 ไมโครเมตร มีความหนาแน่นประมาณ 0.92 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยส่วนประกอบของเนื้อยางแห้งมีดังนี้

ยางไฮโดรคาร์บอน	86 เปอร์เซ็นต์
น้ำ	10 เปอร์เซ็นต์
ไขมัน	3 เปอร์เซ็นต์
โปรตีน	1 เปอร์เซ็นต์

นอกจากสารดังกล่าวแล้ว ยังมีโลหะบางชนิด เช่น แมกนีเซียม โพแทสเซียม และทองแดงปนอยู่ในส่วนของยางประมาณ 0.05 เปอร์เซ็นต์

อนุภาคของยางเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำและมีลักษณะเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ ในน้ำยางสดผิวรอบอนุภาคถูกห่อหุ้มด้วยไขมันพวกฟอสโฟลิปิด (Phospholipid) และโปรตีน โดยฟอสโฟลิปิดเป็นตัวยึดระหว่างไฮโดรคาร์บอนและสารโปรตีน

ส่วนที่ไม่ใช่เนื้อยาง

ส่วนที่เป็นน้ำ (Aqueous phase) ส่วนที่เป็นน้ำหรือเรียกว่า ซีรัม มีความหนาแน่นประมาณ 1.02 กรัมต่อมิลลิลิตร ประกอบด้วยสารเคมีต่างๆ ดังนี้

คาร์โบไฮเดรต ส่วนใหญ่เป็นพวก แอล-เมททิลลิโนซิทอล (1- Methylinositol) หรือเรียกว่า ควีบราชิทอล (Quebrachital) มีอยู่ประมาณ 1เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำยาง และยังมีคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ บ้างเล็กน้อยได้แก่พวก กลูโคส ซูโครส กาแลคโตส ฟรุกโตส เป็นต้น คาร์โบไฮเดรตเหล่านี้มีอิทธิพลเล็กน้อยต่อน้ำยาง คือ หากมีการรักษาสภาพน้ำยางไม่ดีพอจุลินทรีย์จะเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตไปเป็นพวกกรดไขมันที่ระเหยได้ ได้แก่ กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก และกรดโพรพิโนอิก กรดเหล่านี้มีผลทำให้น้ำยางเสียสถานะและจับตัวเป็นก้อนได้

โปรตีนและกรดอะมิโน โปรตีนที่สำคัญได้แก่ อัลฟา-โกลบูลิน (α-globulin) และฮีวิน (Hevein) อัลฟา-โกลบูลินเป็นโปรตีนที่มีมากในส่วนน้ำของน้ำยางสด มีคุณสมบัติไม่ละลายในน้ำกลั่นแต่ละลายได้ในสารละลายของเกลือ ของกรด และของด่าง การเติมแอมโมเนียลงในน้ำยางจะช่วยเพิ่มการเคลื่อนไหวของอัลฟา-โกลบูลิน และอนุภาคของยางซึ่งเป็นการช่วยรักษาสภาพน้ำยางได้

ส่วนที่เป็นลูทอยด์ (Lutoid) และสารอื่นๆ ลักษณะของลูทอยด์เป็นรูปทรงกลมมีเยื่อยางห่อหุ้มอยู่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-5 ไมโครเมตร หนักกว่าอนุภาคยาง ภายในเยื่อบางของลูทอยด์ประกอบด้วยของเหลวที่เรียกว่า บี-ซีรัม (B-serum) มี pH ประมาณ 5.5 เป็นสารละลายของกรด เกลือ โปรตีน น้ำตาลและพอลิฟีนอลออกซิเดส (Polyphenal Oxidase) พอลิฟีนอลออกซิเดส ทำให้น้ำยางมีสีคล้ำเมื่อสัมผัสกับอากาศหรือออกซิเจน และลูทอยด์ในน้ำยางมีอิทธิพลต่อความเหนียวหนืดและสภาพการเป็นสารแขวนลอยของน้ำยางสด กล่าวคือ ลูทอยด์จะจับตัวได้อย่างเต็มที่และรวดเร็วกว่าส่วนอื่นๆ ของน้ำยาง จากหลักการนี้ได้นำไปใช้ประโยชน์ในการ

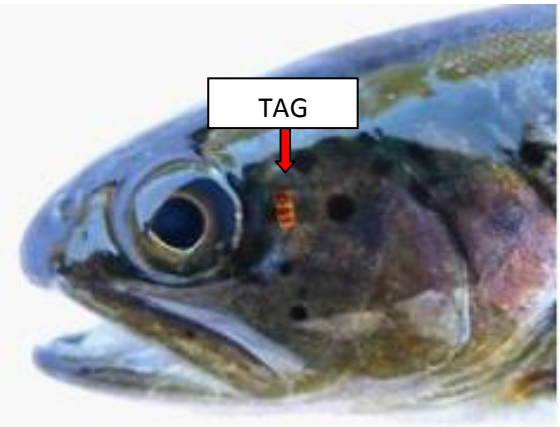
ทำยางเครพขาว โดยทำให้น้ำยางส่วนที่มีสีเหลืองจับตัวกันแล้วแยกออกมาก่อน แล้วจึงให้น้ำยางที่เหลือซึ่งมีสีขาวจับตัวอย่างสมบูรณ์ ลูทอยด์มีคุณสมบัติที่เกิดปฏิกิริยาออสโมซิส (Osmosis) ได้ง่าย ดังนั้นการเติมน้ำลงในน้ำยาง จึงมีผลทำให้ลูทอยด์เกิดการบวมหรือพองตัวแล้วแตกออกทำให้ความหนืดของยางเพิ่มขึ้น ในวิธีการแปรรูปน้ำยางแห้ง ได้รวมเอาขั้นตอนของการเติมน้ำ ทำให้ยางเจือจางก่อนการทำให้ยางจับตัวหมายความว่า ลูทอยด์เกิดการบวมหรือพองตัวแล้วแตกออกก่อนที่น้ำยางจะจับตัวและส่วนของลูทอยด์จะต้องติดอยู่ภายใต้ก้อนยางที่จับตัวด้วย ซึ่งจะมีผลกระทบต่อคุณสมบัติของยางได้ เมื่อเจือจางน้ำยางด้วยน้ำ ความหนืดของน้ำยางจะสูงในระยะแรกจนถึงจุดหนึ่งที่หนืดเต็มที่แล้วความหนืดจะลดลงทันทีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เนื่องจากลูทอยด์บวมแล้วแตกออก การกรีดยางทำให้น้ำยางภายในท่อน้ำยางเจือจาง ซึ่งมีผลทำให้ลูทอยด์พองตัว แล้วความหนืดของน้ำยางจะเพิ่มขึ้น อันเป็นปัจจัยหนึ่งทำให้น้ำยางหยุดไหล อีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ลูทอยด์เกิดการเปลี่ยนแปลงจนกระทั่งแตกออก คือ ขณะที่น้ำยางไหลออกจากต้นยาง ลูทอยด์จะเกิดการเสียดสีกันเองมีผลทำให้ลูทอยด์แตกได้ นอกจากนี้ในชั้นของลูทอยด์ยังมีสารอีกพวกหนึ่ง เรียกว่า อนุภาคฟรี-วิสลิง (Frey-Wyssling) อนุภาคนี้มีลักษณะกลมอยู่กันเป็นกลุ่ม มีสีเหลืองจัด ไม่ใช่ส่วนของเนื้อยาง มีขนาดและความหนาแน่นมากกว่ายางเล็กน้อย ฟรี-วิสลิงประกอบด้วยไขมันและคาโรทีนอยด์ สีเหลืองของฟรี-วิสลิง เป็นผลเนื่องมาจากสารคาโรทีนอยด์ จะไม่พบอนุภาคฟรี-วิสลิงในน้ำยางข้นที่ใส่แอมโมเนีย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอนุภาคเหล่านี้ถูกแยกระหว่างการปั่นน้ำยาง หรืออาจละลายในซีรัมขณะเติมแอมโมเนียลงไปในน้ำยาง ในการทำน้ำยางข้นโดยการปั่น จะมีการเติมแอมโมเนียเพื่อรักษาสภาพน้ำยาง แอมโมเนียช่วยเอาลูทอยด์ออก และเยื่อของลูทอยด์อาจจะละลายอยู่ในสารละลายแอมโมเนีย เกิดเป็นสารละลายกับตะกอน (Sludge) ซึ่งมีลักษณะเป็นตมสีขาว ตะกอนนี้อาจเป็นพวกแมกนีเซียมฟอสเฟตที่ไม่ละลายน้ำ มักติดอยู่กับตัวเครื่องปั่น และจะต้องคอยถอดเครื่องเพื่อล้างตะกอนออก ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตน้ำยางข้นลดลง (จันทร์ฉาย และคณะ, 2548)

4.5.3 สมบัติทั่วไปของยางธรรมชาติ การที่ยางธรรมชาติเป็นวัสดุที่นิยมใช้ และมีการประยุกต์ใช้อย่างมาก เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เด่น คือ มีสมบัติที่ยืดหยุ่น เหนียว แข็งแรง มีการซึมผ่านของน้ำและอากาศ สามารถรับแรงดึงและแรงกดได้อย่างมาก สามารถเปลี่ยนรูปได้เมื่อได้รับแรง และกลับคืนสู่รูปร่างเดิมได้อย่างรวดเร็วเมื่อปล่อยแรง (จันทร์ฉาย และคณะ, 2548) นอกจากนี้ยังมีสมบัติพิเศษ เช่น ทนต่อแรงฉีกขาด ทนอุณหภูมิสูง ความทนทานต่อของเหลวและสารเคมี และสมบัติกระเด้งกระดอนสูง ฯลฯ (พงษ์ธร, 2548) จากคุณสมบัติดังกล่าว การศึกษาครั้งนี้จึงนำน้ำยางพารามาทดลองประยุกต์ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเครื่องหมายภายในที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก (VIE tag)

4.6 Internal tag – externally and visibly detected

การติดเครื่องหมายภายในที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก โดยการฉีดเครื่องหมายเข้าไปใต้ผิวหนังของปลา และมองเห็นได้จากภายนอก ตัวอย่างของเครื่องหมายชนิดนี้ คือ visible implant tag (VIT) (ภาพที่ 28) ซึ่งเป็นเครื่องหมายที่มีการพัฒนาโดยเป็นการรวมข้อดีของเครื่องหมายภายนอก และเครื่องหมายภายในไว้ด้วยกัน คือ สามารถค้นพบมองเห็นได้ง่าย และมีราคาไม่แพง (Fair, 1999) มีจุดประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ในการศึกษาไม่ว่าจะเป็นการศึกษาทางด้าน Fisheries research เช่น การอพยพเดินทาง การเจริญเติบโต หรือเพื่อใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ (Basavaraju *et al*., 1998) VIT ทำจากแผ่นพลาสติกที่มีการพิมพ์ข้อมูลลงไปในเครื่องหมาย เช่น ตัวเลข เพื่อให้สามารถจำแนกปลาออกเป็นกลุ่มหรือรายตัว หรือเป็นตัวช่วยในการกำหนดขอบเขตของการวางแผนการทดลอง เช่น ใช้ในการคัดพันธุ์โดยดูลักษณะของตัวเอง คัดพันธุ์โดยดูลักษณะครอบครัว คัดพันธุ์โดยดูลักษณะภายในครอบครัว หรือทำให้ทราบข้อมูลของสัตว์น้ำซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ เครื่องหมายสามารถสอดเข้าไปใต้ผิวหนัง เช่น บริเวณแก้มของปลา brown trout (Fair, 1999)

จากการทดลองของ Blankenship (1993) ได้ติดเครื่องหมาย VIT ใต้ผิวหนังบริเวณแก้มของปลา Sea-run cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki*) ความยาว 200-307 มิลลิเมตร พบว่า ความคงทนของเครื่องหมายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 94 เปอร์เซ็นต์ ใน 21 เดือน และจากการทดลองของ Bryan และ Ney (1994)ได้ติดเครื่องหมาย VIT ใต้ผิวหนังบริเวณแก้มของปลา brook trout (*Savelinus fontinalis*) โดยแบ่งปลาเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มปลาที่มีขนาดความยาว 130-160 มิลลิเมตร และ กลุ่มปลาที่มีขนาดความยาว 200 มิลลิเมตร พบว่า ความคงทนของเครื่องหมายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



ภาพที่ 28 Visible implant tag (VIT)

ที่มา : Northwest Marine Technology (2010c)

ข้อดีและข้อเสียของ Internal tag – externally and visibly detected (Fair, 1999)

ข้อดี

1) เป็นการพัฒนาโดยนำข้อดีของเครื่องหมายภายนอก และเครื่องหมายภายในมาไว้ด้วยกัน แต่ไม่รวมถึงความทนทาน

2) เครื่องหมายมีราคาไม่แพง

3) สามารถตรวจพบเครื่องหมายได้ง่าย เนื่องจากสามารถมองเห็นได้จากภายนอก

ข้อเสีย

1) การสูญหายของเครื่องหมายอาจจะสูง ซึ่งเครื่องหมายอาจจะเลือนหายไป และไม่สามารถมองเห็นได้

2) ลักษณะที่โปร่งแสงของเนื้อเยื่อ อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเครื่องหมาย และอาจจะทำให้มองเห็นเครื่องหมายได้น้อยลง

4.7 เครื่องหมายพันธุกรรม (Genetic mark)

ปัจจุบันเทคนิคทางอณูพันธุศาสตร์และพันธุวิศวกรรมมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก เปิดโอกาสให้การศึกษาด้านพันธุศาสตร์ประชากรขยายตัวอย่างกว้างขวาง เช่นเพื่อช่วยศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพ่อแม่พันธุ์ ช่วยในการคัดพันธุ์ ฯลฯ จนนำไปสู่การใช้เครื่องหมายพันธุกรรม (Genetic mark) ระดับโมเลกุลเพื่อประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากขึ้น โดยสามารถแบ่งเครื่องหมายพันธุกรรมออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ เครื่องหมายโปรตีน ได้แก่ allozyme ซึ่ง

เป็นการตรวจสอบและเปรียบเทียบความแตกต่างของโปรตีนชนิดต่าง ๆ และเครื่องหมายดีเอ็นเอ ได้แก่เครื่องหมาย microsatellite, เครื่องหมาย RAPD (randomly amplified polymorphic DNA), เครื่องหมาย AFLP (amplified fragment length polymorphic), เครื่องหมายจาก mitochondria DNA รวมทั้งการตรวจสอบความแตกต่างในการเรียงตัวของนิวคลีโอไทด์บนสายดีเอ็นเอ (DNA sequences) ที่บริเวณต่าง ๆ ซึ่งเครื่องหมายดีเอ็นเอสามารถบอกความหลากหลายและความแตกต่างทางพันธุกรรมได้ละเอียดกว่าเครื่องหมายโปรตีน และใช้ตัวอย่างในการตรวจสอบน้อย (Avise, 1994 อ้างโดย อุทัยรัตน์ และวงศ์ปฐม, 2551)

ข้อดีและข้อเสียของเครื่องหมายพันธุกรรม

เครื่องหมายพันธุกรรมมีประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยช่วยในการติดตามการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรพ่อแม่พันธุ์ การคัดพันธุ์ การผสมข้ามชนิด ตลอดจนติดตามผลกระทบของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่อประชากรธรรมชาติ แต่การใช้เครื่องหมายพันธุกรรมจะประยุกต์ใช้ได้ยากเนื่องจากมีราคาแพงและต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญในการตรวจสอบ (อุทัยรัตน์ และวงศ์ปฐม, 2551)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษารูปแบบของการทำเครื่องหมายที่เหมาะสมในปลาหมอไทย
2. เพื่อศึกษาผลของการทำเครื่องหมายในปลาหมอไทย
    2.1 อัตรารอด (survival rate)
    2.2 ความคงทนของเครื่องหมาย (retention rate)
    2.3 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (weight gain)

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

1. ลูกพันธุ์ปลาหมอไทย

ใช้ลูกปลาหมอไทยที่มีน้ำหนักประมาณ 6-7 กรัม อายุ 8 สัปดาห์ จากอัมพรฟาร์ม อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี เลี้ยงปลาทดลองในกระชังตาข่ายสีฟ้าขนาด 1x2x1.5 เมตร โดยกางกระชังในบ่อดินขนาด 400 ตารางเมตร (ภาพที่ 29) เลี้ยงปลาในแต่ละซ้ำของแต่ละชุดการทดลองกระชังละ 10 ตัว ให้อาหารเม็ดสำหรับปลาดุก (โปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์) จาก บริษัท ไทยลักซ์ เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด (มหาชน) วันละ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยแบ่งให้เวลาเช้าและเย็น

ภาพที่ 29 กระชังตาข่ายสีฟ้าขนาด 1x2x1.5 เมตร

2. รูปแบบและวิธีการทำเครื่องหมาย

รูปแบบของการทำเครื่องหมาย ได้แก่ การทำเครื่องหมายภายในที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอกโดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสี (VIE จากยางพารา), การฉีดสี (dye injection), การตีตราร้อน (hot branding), การดึงก้านครีบ (up rooting) และการตัดครีบ (fin clipping) ก่อนการทำเครื่องหมายทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเพื่อป้องกันการติดเชื้อและจะสลบปลาโดยใช้สารละลายน้ำมันกานพลู ภายหลังจากการทำเครื่องหมายจะใช้ยาใส่แผล Povidone-Iodine Solution 10 เปอร์เซ็นต์ (ชื่อทางการค้า Betadine Solution) เพื่อป้องกันการติดเชื้อ

วิธีการทำเครื่องหมายแบ่งตามรูปแบบของการทำเครื่องหมายดังต่อไปนี้

2.1 การทำเครื่องหมายภายในที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอกโดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสี (VIE จากยางพารา)

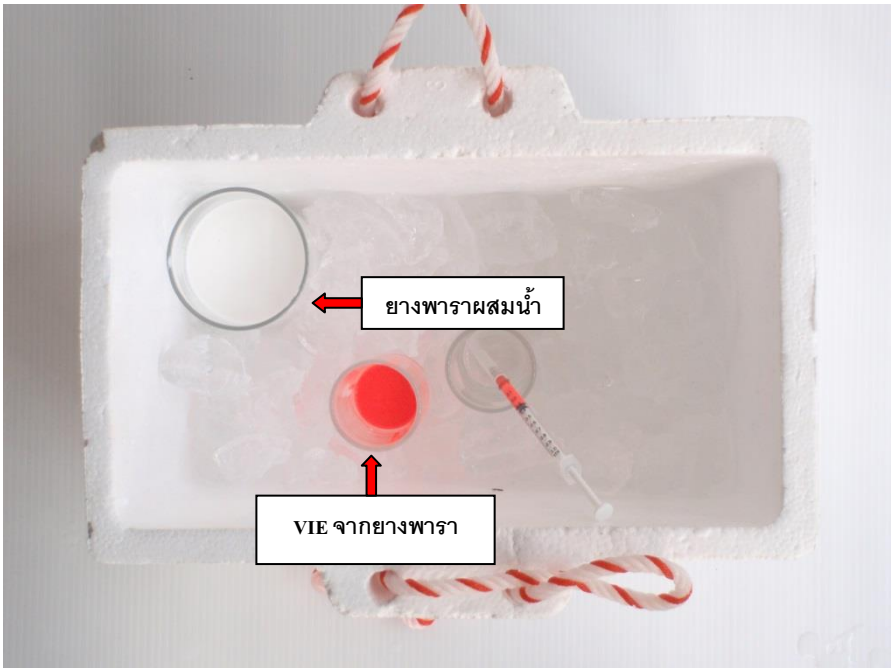
ใช้น้ำยางพาราผสมกับสี หรือ VIE จากยางพารา สีที่นำมาใช้ผสม ได้แก่ สีอะคริลิคสะท้อนแสงมาสเตอร์อาร์ตสีแดง บริษัท ดี เอช เอ สยามวาลา จำกัด (ภาพที่ 30) และ หมึก rotring สีแดง บริษัทนีเวลล์ รับเบอร์เมด (ภาพที่ 31) ก่อนทำเครื่องหมายทำการหาปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดโดยใช้เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์น้ำยางเมโทรแลค (Metrolac) รุ่น D 4000 latexometer 50/250 gm/litre ของบริษัท Zeal (ภาพที่ 32) เพื่อให้ทราบว่าในการทดลอง VIE จากยางพารา แต่ละครั้งมีเปอร์เซ็นต์น้ำยางอยู่กี่เปอร์เซ็นต์ ก่อนทำเครื่องหมายนำน้ำยางพารามาผสมกับน้ำสะอาดเพื่อป้องกันการแข็งตัวแล้วจึงนำไปผสมกับสีกลายเป็น VIE จากยางพารา (การทดลองที่ 2.1) เก็บรักษาน้ำยางพาราที่ผสมน้ำ และ VIE จากยางพาราในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำแข็งโดยอุณหภูมิของน้ำยางพาราที่ผสมน้ำจะอยู่ที่ประมาณ 4-5 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 33)

ตำแหน่งที่ใช้ในการทำเครื่องหมายมี 6 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งที่ 1)โคนครีบอก, ตำแหน่งที่ 2) โคนหางด้านบน, ตำแหน่งที่ 3) โคนหางด้านล่าง, ตำแหน่งที่ 4) ก้านครีบหลัง, ตำแหน่งที่ 5) ก้านครีบก้น และตำแหน่งที่ 6) ใต้ครีบหลัง (ภาพที่ 34) การทำเครื่องหมายจะฉีด VIE จากยางพาราไว้ใต้บริเวณผิวหนังของตัวปลาโดยใช้เข็มฉีดยาอินซูลิน เบอร์ 27 (0.4x1.2 มิลลิเมตร) ทำในตำแหน่งที่ 2, 3 และ 6 ส่วนในตำแหน่งที่ 1, 4 และ 5 ใช้เข็มฉีดยาอินซูลิน เบอร์ 30 (0.3x1.2 มิลลิเมตร) ใช้กระบอกฉีดยา (ขนาด 1 มิลลิลิตร) ดูด VIE จากยางพารา ครั้งละไม่เกิน 0.3 มิลลิลิตร เพื่อความสะดวกในการทำเครื่องหมาย (ถ้าดูดมากกว่า 0.3 มิลลิลิตร ระยะในการกดกระบอกฉีดยาจะยาวเกินไปทำให้การทำเครื่องหมายเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก เนื่องจากไม่สามารถทำเครื่องหมายในตำแหน่งที่ต้องการได้)

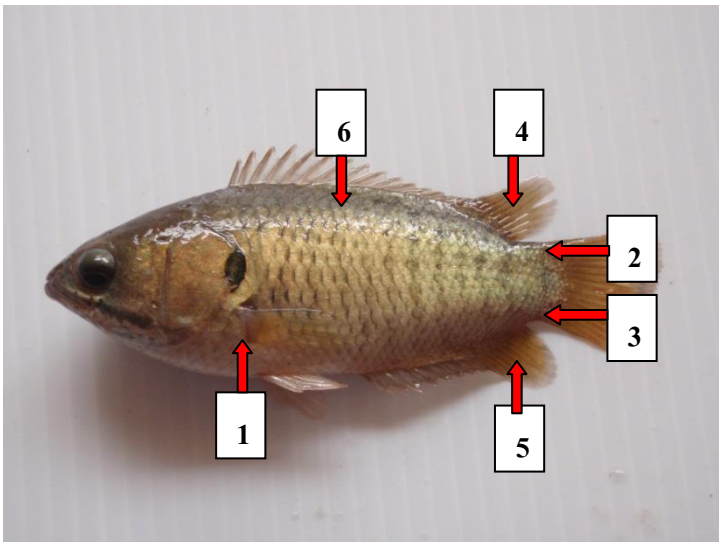
ภาพที่ 30 สีอะคริลิคสะท้อนแสงมาสเตอร์อาร์ตสีแดง บริษัท ดี เอช เอ สยามวาลา จำกัด

ภาพที่ 31 หมึก rotring บริษัทนีเวลล์ รับเบอร์เมด

ภาพที่ 32 เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์น้ำยางเมโทรแลค (Metrolac) รุ่น D 4000 latexometer 50/250 gm/litre ของบริษัท Zeal



ภาพที่ 33 การเก็บรักษาน้ำยางพาราที่ผสมน้ำและ VIE จากยางพารา



ภาพที่ 34 ตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา 1) โคนครีบอก, 2) โคนหางด้านบน, 3) โคนหางด้านล่าง, 4) ก้านครีบหลัง, 5) ก้านครีบก้น และ 6) ใต้ครีบหลัง

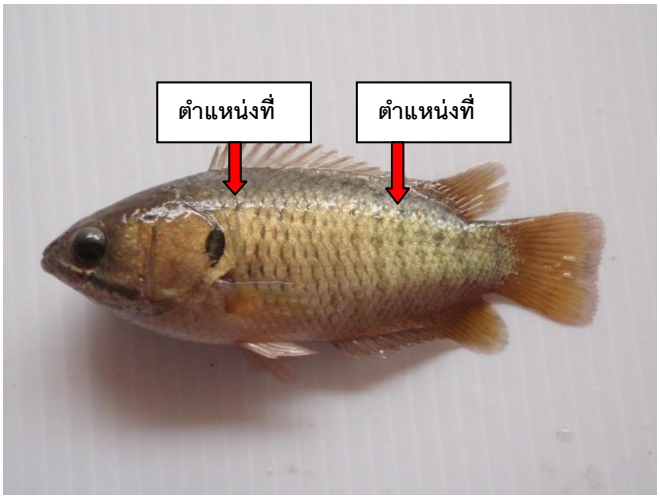
2.2 การฉีดสี (dye injection)

เนื่องจากลำตัวปลาหมอไทยมีสีค่อนข้างคล้ำจึงเลือกใช้สีที่ตัดกับสีลำตัวของปลา ได้แก่ สีอะคริลิคสะท้อนแสงมาสเตอร์อาร์ตสีแดง บริษัท ดี เอช เอ สยามวาลา จำกัด (ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์)โดยตำแหน่งและวิธีการทำเครื่องหมายทำเช่นเดียวกันกับการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา

2.3 การตีตราร้อน (hot branding)

การตีตราร้อน ใช้หัวแร้ง รุ่น Gordak 936A ของ Gordak Electronic Appliance Factory (ภาพที่ 35) ทำเครื่องหมาย 2 ตำแหน่ง ใต้ครีบหลังในแนวตามยาวของลำตัวปลา (ภาพที่ 36 และ 37) โดยใช้อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เครื่องหมายมีความยาวประมาณ 1 ใน 10 ของลำตัวปลา ลึกประมาณ 1-2 มิลลิเมตร (ภาพที่ 35)

ภาพที่ 35 หัวแร้ง รุ่น Gordak 936A ของ Gordak Electronic Appliance Factory



ภาพที่ 36 ตำแหน่งของการทำเครื่องหมายการตีตราร้อน

ภาพที่ 37 การตีตราร้อนในแนวตามยาวของลำตัวปลา

2.4 การดึงก้านครีบ (up rooting)

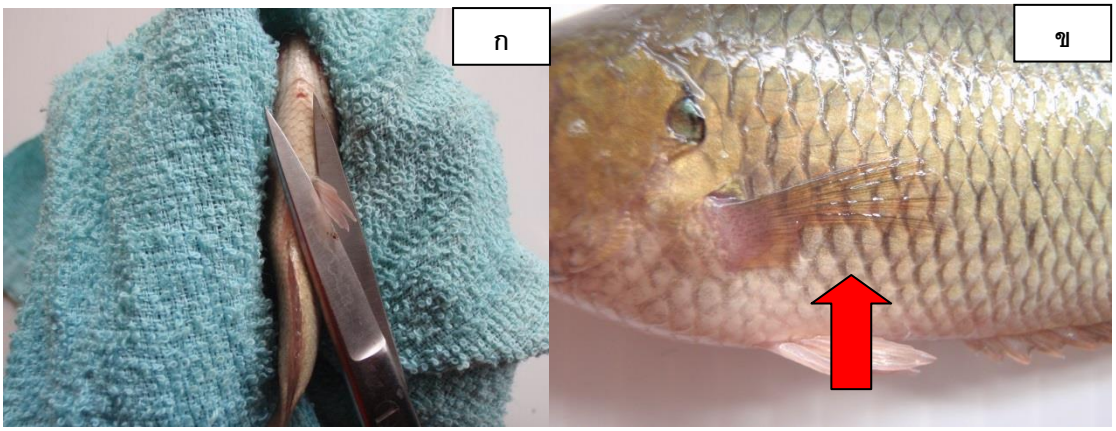
ตำแหน่งการดึงก้านครีบ 2 ตำแหน่ง ได้แก่ ก้านครีบที่ 5 ของครีบหลังและครีบก้น โดยใช้ก้านครีบก้านที่ 3 หรือ 4 เป็นตัวยึดเพื่อให้ก้านครีบตึง เพราะในปลาหมอไทยก้านครีบที่ 4 เป็นก้านครีบที่ยาวที่สุด ทำให้สามารถยึดก้านครีบให้ตึงได้ง่าย ใช้กรรไกรตัดเนื้อเยื่อบริเวณก้านครีบที่ 5 ให้ขาดออกจากก้านครีบที่ 4 และก้านครีบที่ 6 (ภาพที่ 38) ใช้ forceps ปากโค้งจับบริเวณโคนของก้านครีบที่ 5 บิดก้านครีบมาทางส่วนหัวของปลา (ภาพที่ 39)

ภาพที่ 38 การตัดเนื้อเยื่อบริเวณก้านครีบก้านที่ 5

ภาพที่ 39 ใช้ forceps ปากโค้งจับบริเวณโคนของก้านครีบที่ 5 บิดก้านครีบมาทางส่วนหัวของตัวปลา

2.5 การตัดครีบ (Fin clipping)

การตัดครีบท้องใช้กรรไกรตัดบริเวณโคนของครีบท้อง การตัดครีบอกใช้กรรไกรตัด 1ใน 2 ของครีบอก (ภาพที่ 40)



ภาพที่ 40 ก.การตัดครีบท้อง ข.การตัดครีบอก

3. วิธีการทดลอง

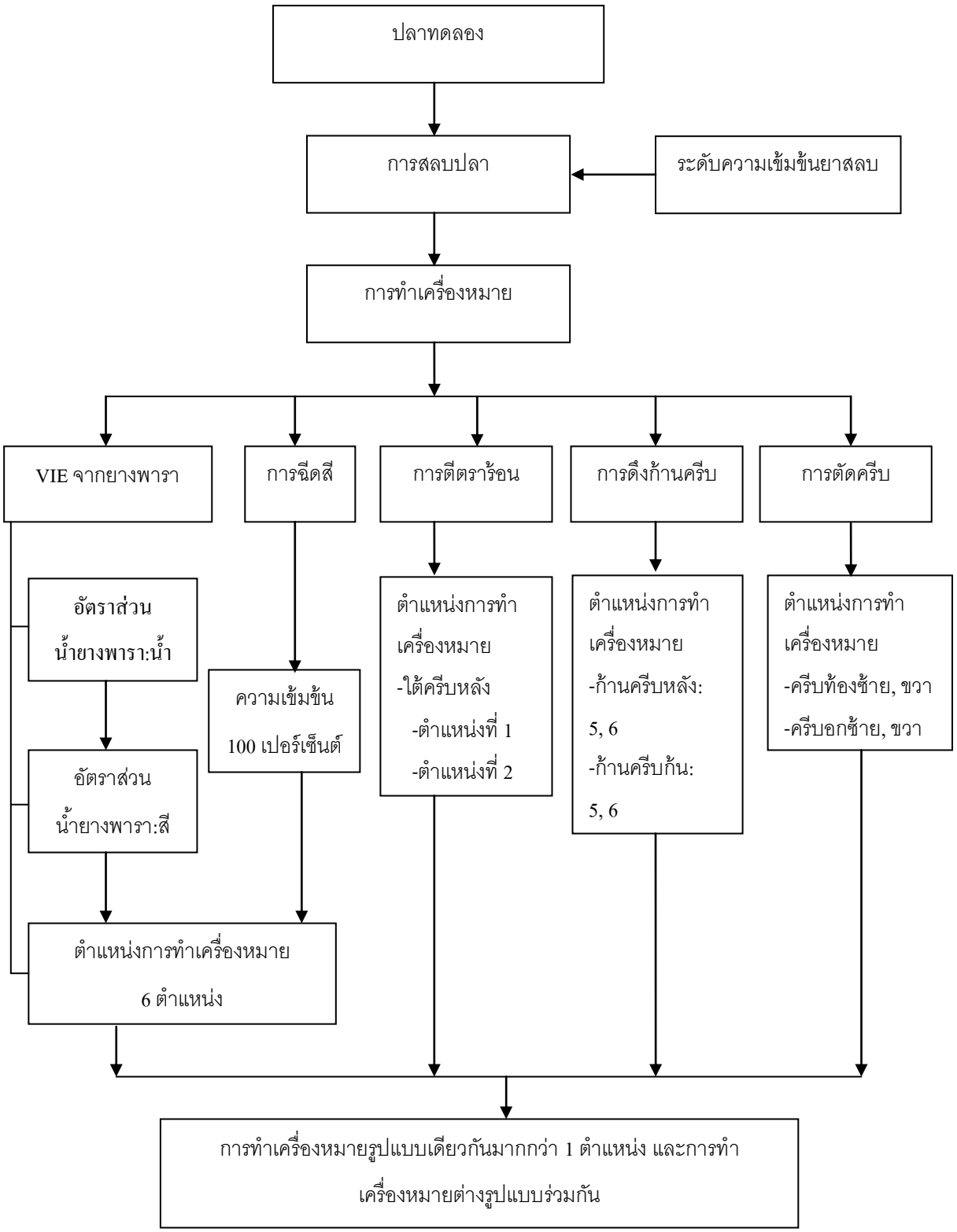
แบ่งการทดลองออกเป็น 4 การทดลอง (ภาพที่ 41) แต่ละการทดลองวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) มีดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายน้ำมันกานพลูสำหรับการสลบปลาหมอไทย

การทดลองที่ 2 การทำเครื่องหมายภายในที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอกโดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสี (VIE จากยางพารา) และการฉีดสี

การทดลองที่ 3 การทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบ และตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย

การทดลองที่ 4 การทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่ง และการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน



ภาพที่ 41 แผนผังการทดลองการทำเครื่องหมายในปลาหมอไทย

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายน้ำมันกานพลูสำหรับการสลบปลาหมอไทย เนื่องจากในการทดลองจะต้องมีการชั่งน้ำหนัก วัดความยาวและทำเครื่องหมายปลา เพื่อให้เกิดความสะดวกและลดความบอบช้ำจากการทดลองจึงต้องมีการสลบปลา ซึ่งในการทำเครื่องหมายผู้ศึกษาได้สลบปลาครั้งละ 3-5 ตัว (เพื่อให้การทำเครื่องหมายมีเวลาเพียงพอและสอดคล้องกับเวลาที่ปลาสลบในแต่ละครั้งเพื่อป้องกันความบอบช้ำจากการทำเครื่องหมาย) โดยใช้สารละลายน้ำมันกานพลู (Stock solution) ที่มีส่วนผสมระหว่างน้ำมันกานพลู กับ เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วน 1:9 โดยปริมาตร (น้ำมันกานพลู ของบริษัท อินเตอร์เอ็ดดูเคชั่น ซัพพลายส์ จำกัด) น้ำมันกานพลูมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ 3 ชนิด คือ eugenol 85-95 เปอร์เซ็นต์, iso-eugenol และ methyleugenol 5-15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในน้ำมันกานพลู 1 ซี.ซี. มีสารออกฤทธิ์ประมาณ 1 กรัม (1000 มิลลิกรัม) การคำนวณความเข้มข้นของยาสลบจะคำนวณจากสารออกฤทธิ์ (นาวิน และคณะ, 2549) โดยแบ่งวิธีการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง

การทดลองที่ 1.1 ศึกษาความเข้มข้นช่วงกว้างของสารละลายน้ำมันกานพลูสำหรับการสลบปลาหมอไทย เพื่อที่จะหาช่วงความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้ปลาสลบ โดยมีระยะเวลาที่เร็วที่สุดโดยไม่เกิน 2 นาที (เพื่อลดระยะเวลาในการทดลอง) (นาวิน และคณะ, 2549) และมีอัตรารอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ก่อนการสลบและหลังการสลบ งดให้อาหารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้สารละลายน้ำมันกานพลู ทดลองสลบปลาด้วยความเข้มข้นต่างกัน 6 ระดับ คือ 50, 100, 150, 200, 250 และ 300 ส่วนในล้านส่วน (ตารางที่ 1) และชุดควบคุมมี 2 ชุดการทดลอง คือ ชุดควบคุมที่ 1)ใช้เอทิลแอลกอฮอล์ 0.2565 เปอร์เซ็นต์ (เอทิลแอลกอฮอล์ 3 มิลลิลิตร ละลายในน้ำ 997 มิลลิลิตร) แช่ปลาเป็นเวลา 2 นาที และชุดควบคุมที่ 2)ไม่สลบปลา ใช้ปลาทดลองชุดการทดลองละ 10 ตัว แต่ละชุดการทดลองมีจำนวน 3 ซ้ำ บันทึกเวลาในการสลบ ตั้งแต่ปลาสัมผัสยาจนถึงสลบในระยะที่ 2 (loss of equilibrium) ซึ่งปลาจะสูญเสียการทรงตัวและการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นโดยสมบูรณ์ (ดนัย และคณะ, 2551) และเวลาฟื้นจากยาสลบซึ่งเป็นเวลาที่ปลากลับมาว่ายน้ำเหมือนปรกติโดยจับเวลาปลาทุกตัว เมื่อปลาแต่ละชุดการทดลองฟื้นจากการสลบแล้วนำไปแยกขังในน้ำธรรมดาโดยพักฟื้นในถังพลาสติกขนาด 30x45x20 เซนติเมตร สังเกตอาการผิดปรกติจากลักษณะภายนอกและอัตรารอดตาย เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ผลการทดลองที่ได้จะนำไปใช้ในการทดลองที่ 1.2

ตารางที่ 1 การเตรียมสารละลายน้ำมันกานพลูเพื่อใช้ในการสลบปลาในช่วงระดับความเข้มข้น 50 ถึง 300 ส่วนในล้านส่วน

ความเข้มข้น (ส่วนในล้านส่วน)	ปริมาณที่นำมาจาก stock (มิลลิลิตร)	ปริมาณน้ำที่เติม (มิลลิลิตร)
50	0.5	999.5
100	1	999
150	1.5	998.5
200	2	998
250	2.5	997.5
300	3	997

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาความเข้มข้นที่ทำให้ปลาสลบได้เร็วที่สุดและมีระยะเวลาการสลบนานที่สุด โดยมีอัตรารอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ หลังการสลบ ใช้ช่วงความเข้มข้นจากการทดลองที่ 1.1 (200-300 ส่วนในล้านส่วน) ทดลองสลบปลาด้วยความเข้มข้นต่างกัน 8 ระดับ คือ 210, 220, 230, 240, 260, 270, 280 และ 290 ส่วนในล้านส่วน (ตารางที่ 2) ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.1

ตารางที่ 2 การเตรียมสารละลายน้ำมันกานพลูเพื่อใช้ในการสลบปลาในช่วงระดับความเข้มข้น 210 ถึง 290 ส่วนในล้านส่วน

ความเข้มข้น (ส่วนในล้านส่วน)	ปริมาณที่นำมาจาก stock (มิลลิลิตร)	ปริมาณน้ำที่เติม (มิลลิลิตร)
210	2.1	997.9
220	2.2	997.8
230	2.3	997.7
240	2.4	997.6
260	2.6	997.4
270	2.7	997.3
280	2.8	997.2
290	2.9	997.1

ผลการทดลองที่ได้จะเลือกความเข้มข้นของสารละลายน้ำมันกานพลูที่ทำให้ปลาสลบได้เร็ว และฟื้นจากการสลบได้อย่างปลอดภัยโดยมีอัตรารอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาที่เหมาะสมกับการทำเครื่องหมาย เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการทดลองที่ 2, 3 และ 4

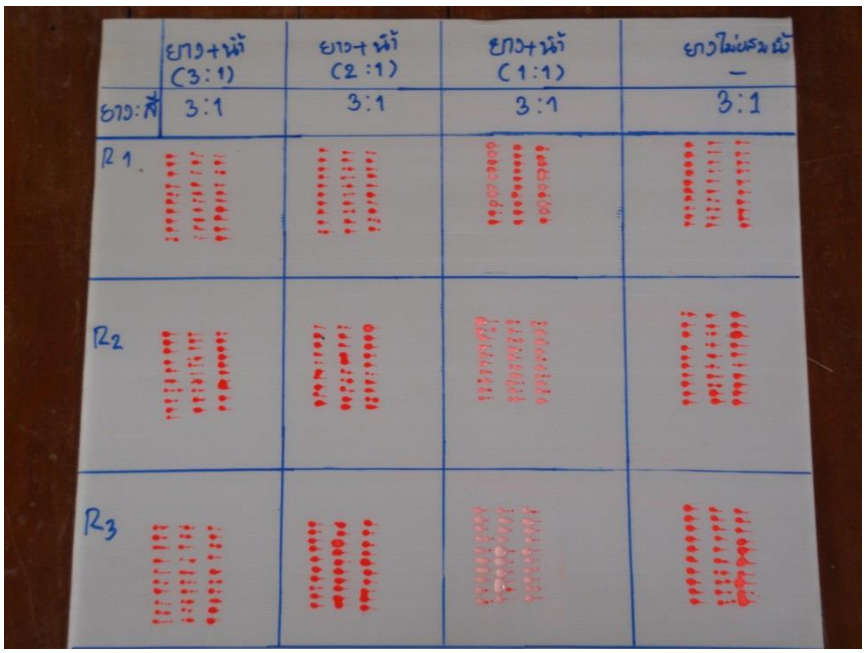
การทดลองที่ 2 การทำเครื่องหมายภายในที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอกโดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสี (VIE จากยางพารา) และการฉีดสี แบ่งวิธีการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาอัตราส่วนที่ดีที่สุดของน้ำยางพาราผสมกับน้ำเพื่อนำมาใช้ในการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา แบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลองโดยมีส่วนผสมของน้ำยางพารากับน้ำในอัตราส่วน 3:1, 2:1, 1:1 และ ชุดควบคุม (ยางพาราไม่ผสมน้ำ) (ตารางที่ 3) แต่ละชุดการทดลองนำไปผสมสีอะคริลิคในอัตราส่วน 3:1 โดยแบ่งเป็น 5 ระยะเวลาก่อนนำมาฉีดลงในแผ่นโพลีโพโรพีลีน ได้แก่ 0 ชั่วโมง, 1 ชั่วโมง, 2 ชั่วโมง, 3 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำฉีด VIE 30 ครั้ง ใช้เข็มฉีดยาอินซูลินเบอร์ 30 (เนื่องจากเป็นเข็มที่มีขนาดเล็กที่สุดที่มีขายในท้องตลาด) ทดลองฉีด VIE จากยางพาราลงในแผ่นโพลีโพโรพีลีน (polyporopylene sheet) หรือฟีเจอร์บอร์ด (feature board) (ภาพที่ 42) นับจำนวนเข็มที่เปลี่ยนในแต่ละซ้ำ เพราะยางพาราจะเกิดการแข็งตัวทำให้เข็มฉีดยาตันจนไม่สามารถฉีด VIE จากยางพาราได้ จึงต้องมีการเปลี่ยนเข็ม ผลการทดลองที่ได้จะนำไปใช้ในการทดลองที่ 2.2 และ 2.3

ตารางที่ 3 การศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาอัตราส่วนที่ดีที่สุดของน้ำยางพาราผสมกับน้ำเพื่อนำมาใช้ในการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา

ชุดการทดลองที่	อัตราส่วนน้ำยางพารากับน้ำ
1	3:1(3:1)
2	2:1(3:1)
3	1:1(3:1)
4	ชุดควบคุม (ยางพาราไม่ผสมน้ำ)(3:1)

หมายเหตุ (3:1) คือ อัตราส่วนของส่วนผสมน้ำยางพาราผสมกับน้ำที่ได้ (3 ส่วน) นำไปผสมกับสี (1 ส่วน)



ภาพที่ 42 ฉีด VIE จากยางพาราลงในแผ่นโพลีโพโรพีลีน

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาเบื้องต้น (VIE จากยางพารา) เพื่อหาอัตราส่วนที่ดีที่สุดในการผสมสีกับน้ำยางพารา

ก่อนทำเครื่องหมายนำน้ำยางพารามาผสมกับน้ำสะอาดในอัตราส่วน 2:1 (ผลจากการทดลองที่ 2.1) แล้วนำไปผสมกับสีในอัตราส่วนต่างๆ โดยสีที่นำมาใช้ผสม ได้แก่ สีอะคริลิคสะท้อนแสง และหมึก rotring (สีแดง)

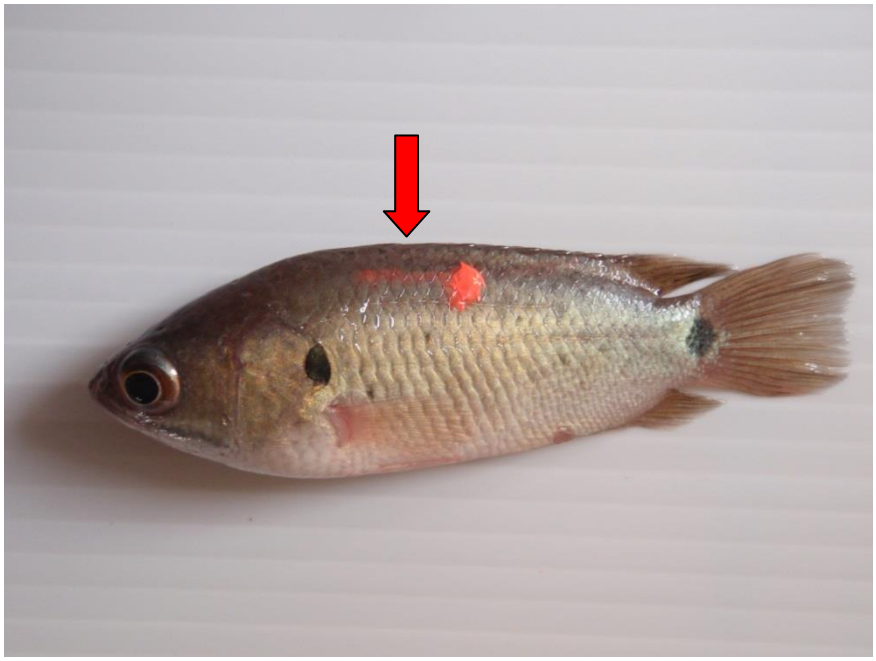
2.2.1 ส่วนผสมของน้ำยางพารากับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 1:3, 1:2, 1:1, 2:1 และ 3:1 (ภาพที่ 43, 44, 45, 46 และ 47 ตามลำดับ)

2.2.2 ส่วนผสมของน้ำยางพารากับหมึก rotring ในอัตราส่วน 1:3, 1:2, 1:1, 2:1 และ 3:1 (ภาพที่ 48, 49, 50, 51 และ 52 ตามลำดับ)

ทำเครื่องหมายในตำแหน่งที่ 6 ใต้ครีบหลังของปลา รูปแบบของการทดลอง แบ่งออกเป็นชุดการทดลองที่ทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา 10 ชุดการทดลอง และชุดควบคุม (ไม่ฉีดสี) 1 ชุดการทดลอง (ตารางที่ 4) ใช้ปลาทดลองชุดการทดลองละ 10 ตัว แต่ละชุดการทดลองมีจำนวน 3 ซ้ำ เลี้ยงปลาทำเครื่องหมายเป็นเวลา 4 สัปดาห์

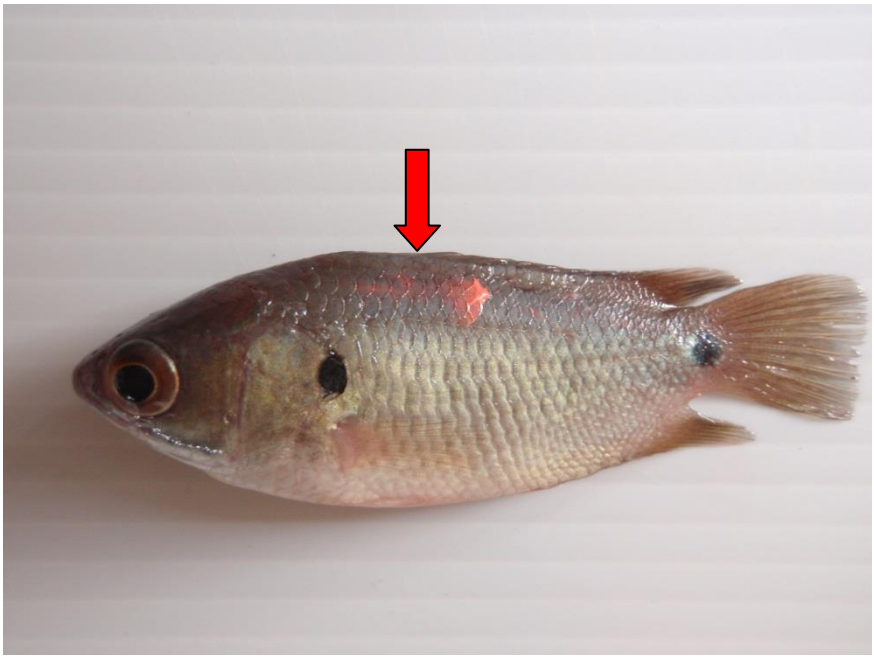
ตารางที่ 4 การศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาอัตราส่วนที่ดีที่สุดในการผสมสีกับน้ำยางพารา (VIE จากยางพารา)

ชุดการทดลองที่	ชนิดของสี	อัตราส่วนน้ำยางพารากับสี
1	อะคริลิค สีแดง	1:3
2		1:2
3		1:1
4		2:1
5		3:1
6	หมึก rotring สีแดง	1:3
7		1:2
8		1:1
9		2:1
10		3:1
11	ชุดควบคุม	ไม่ฉีดสี

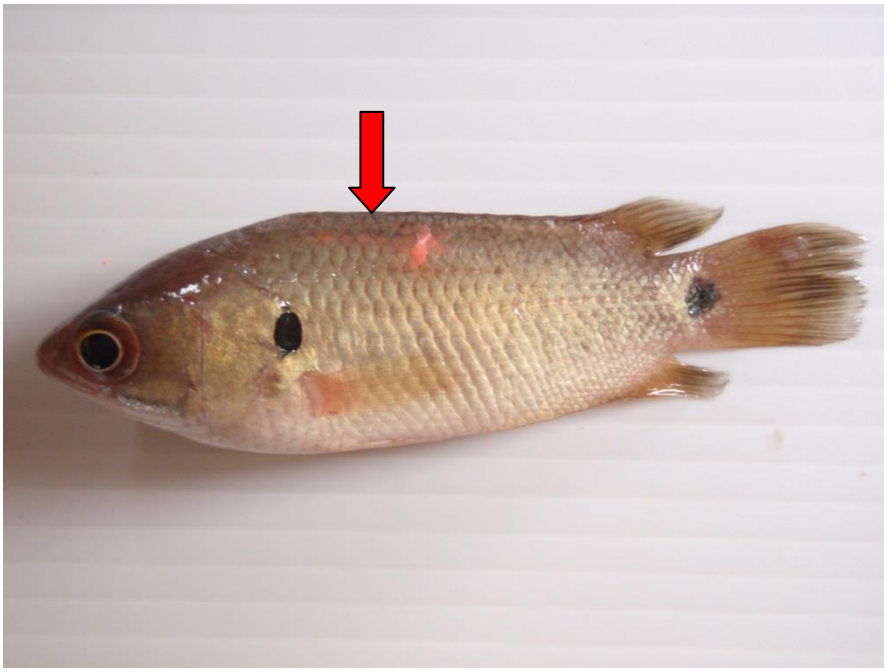


ภาพที่ 43 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 1:3

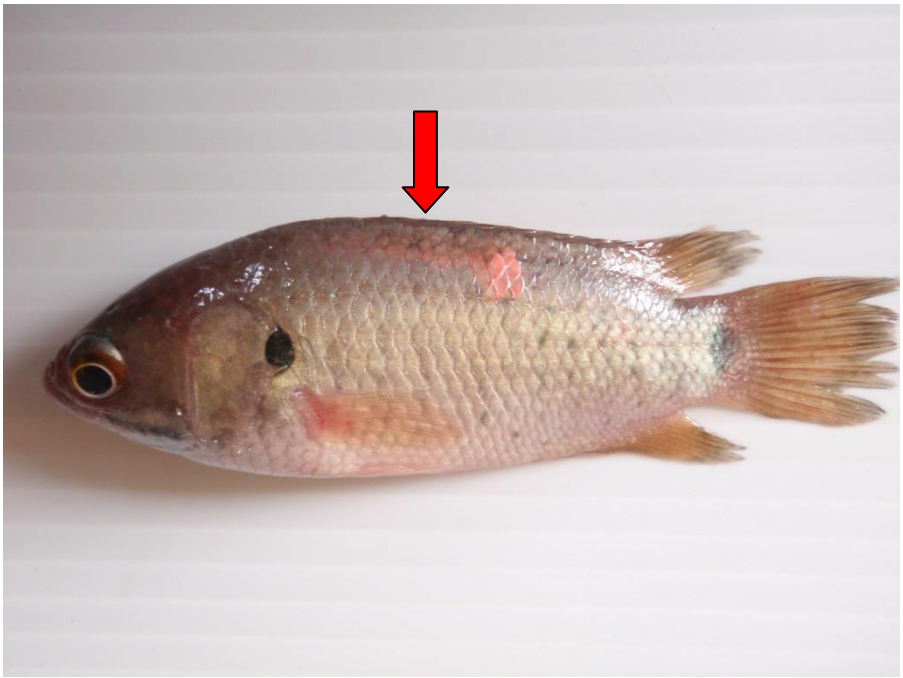
ภาพที่ 44 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 1:2



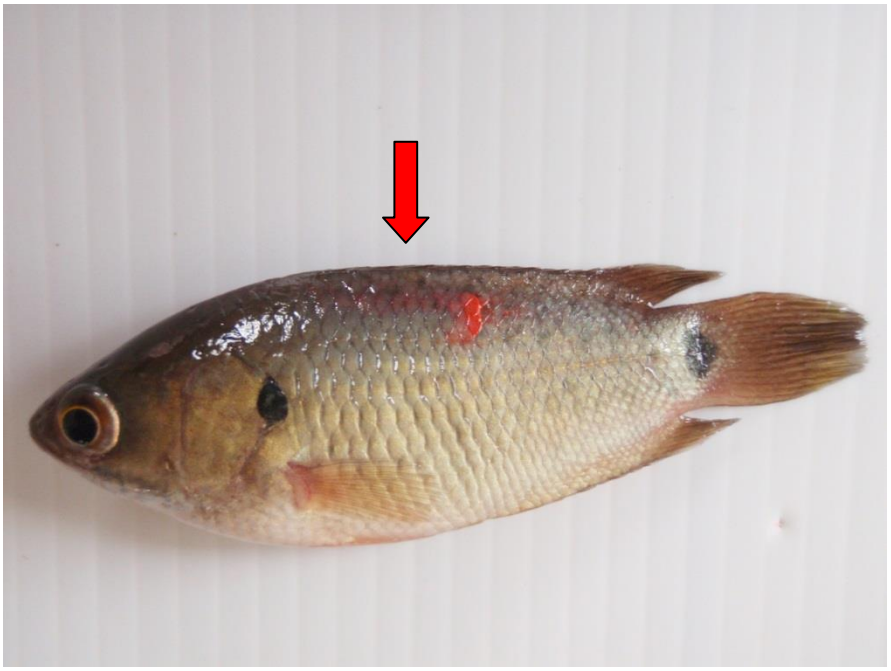
ภาพที่ 45 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 1:1



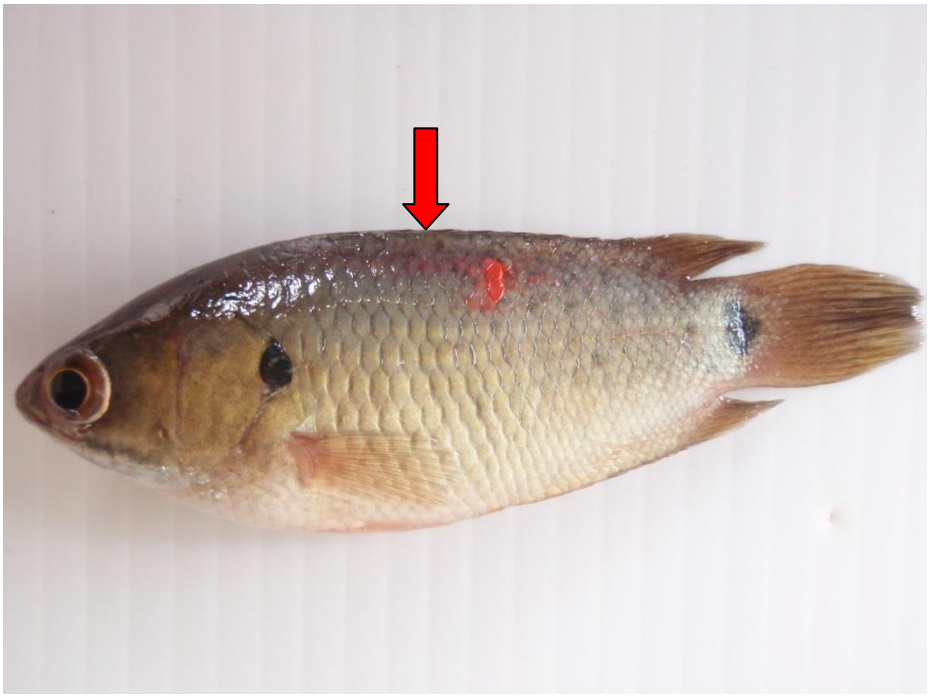
ภาพที่ 46 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 2:1



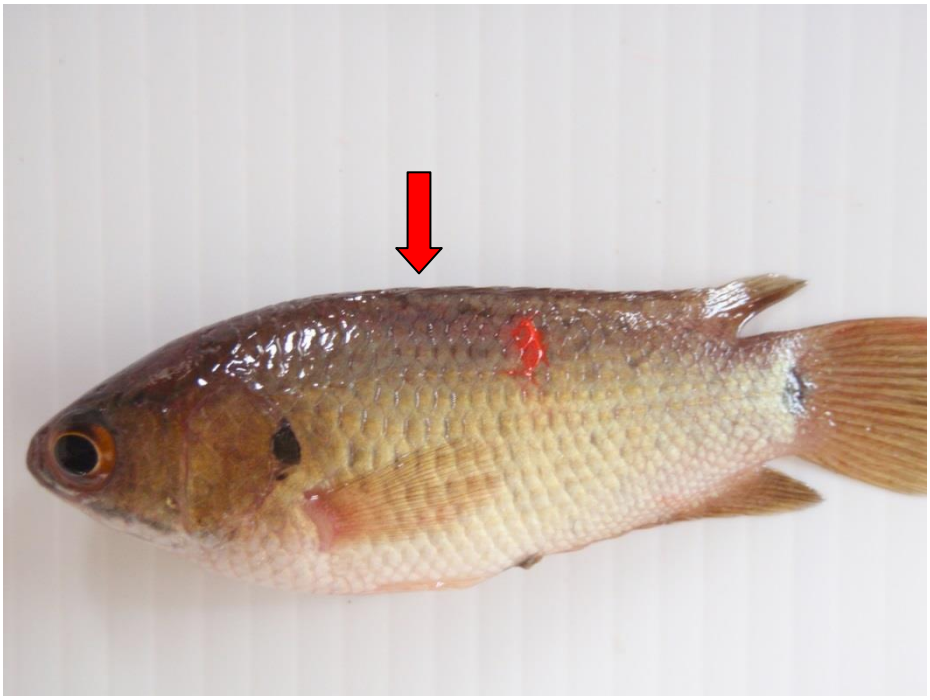
ภาพที่ 47 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 3:1



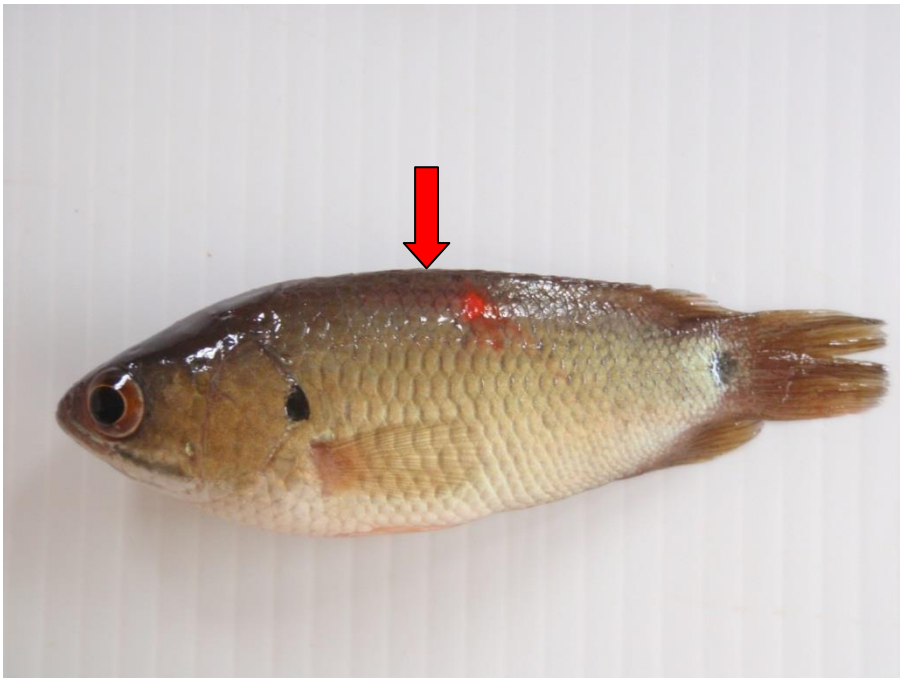
ภาพที่ 48 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 1:3



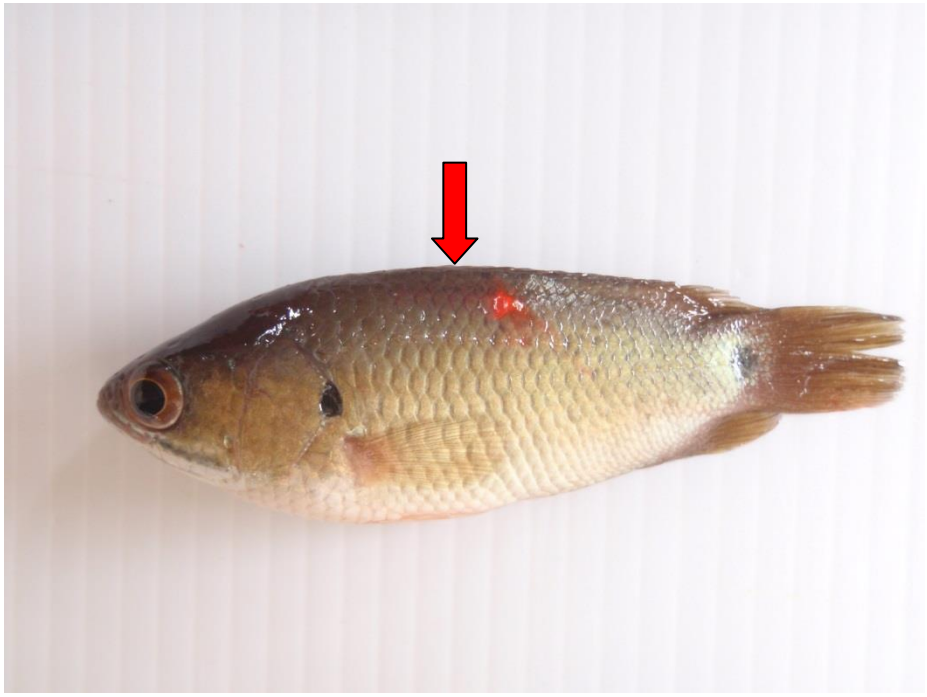
ภาพที่ 49 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 1:2



ภาพที่ 50 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 1:1



ภาพที่ 51 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 2:1

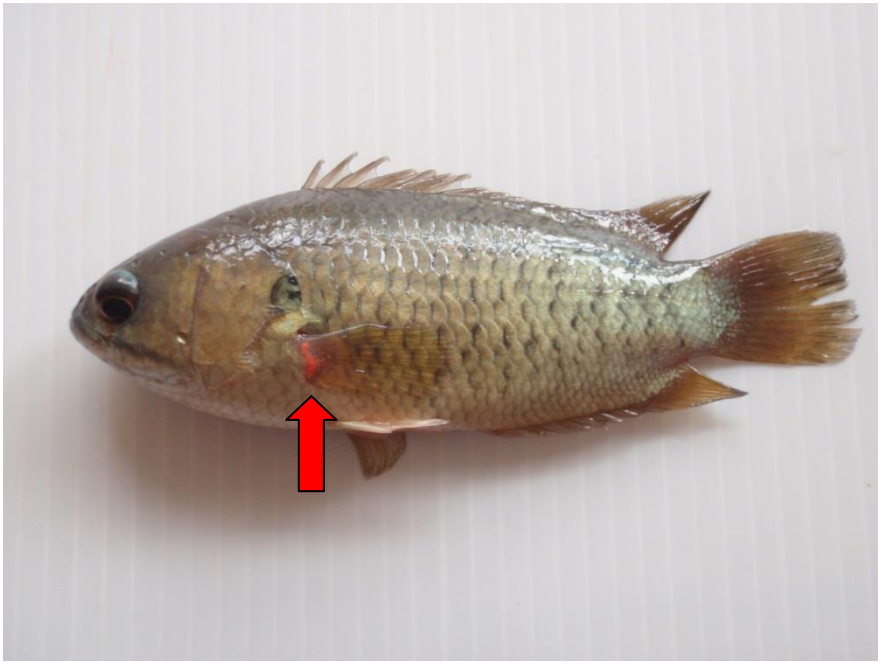


ภาพที่ 52 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 3:1

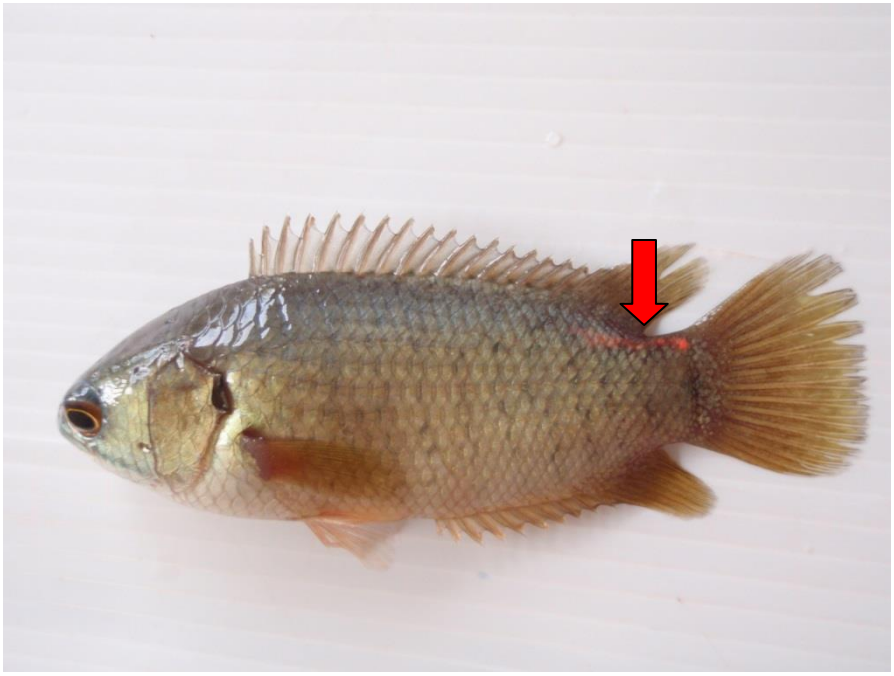
การทดลองที่ 2.3 การทำเครื่องหมาย VIE จากยางพาราและการฉีดสีทำเครื่องหมายในแต่ละตำแหน่ง ในการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา ก่อนทำเครื่องหมายนำน้ำยางพารามาผสมกับน้ำสะอาดในอัตราส่วน 2:1 เพื่อป้องกันการแข็งตัว (ผลจากการทดลองที่ 2.1) แล้วนำไปผสมกับสี โดยสีที่นำมาใช้ผสม ได้แก่ สีอะคริลิคสะท้อนแสง สีแดง ในอัตราส่วน 1:2 ทำเครื่องหมาย 5 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งที่ 1) โคนครีบอก ตำแหน่งที่ 2) โคนหางด้านบน ตำแหน่งที่ 3) โคนหางด้านล่าง ตำแหน่งที่ 4) ก้านครีบหลัง ตำแหน่งที่ 5) ก้านครีบก้น (ภาพที่ 53, 54, 55, 56 และ 57 ตามลำดับ) และการฉีดสีอะคริลิคสะท้อนแสง สีแดง (ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์) ทำเครื่องหมาย 6 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งที่ 1 ถึง 5 ทำเครื่องหมายเช่นเดียวกันกับ VIE tag จากยางพารา (ภาพที่ 58, 59, 60, 61 และ 62 ตามลำดับ) ส่วนตำแหน่งที่ 6) ทำเครื่องหมายใต้ครีบหลัง (ภาพที่ 63) รูปแบบการทดลองแบ่งออกเป็น 12 ชุดการทดลอง (ตารางที่ 5) ใช้ปลาทดลองชุดการทดลองละ 10 ตัว แต่ละชุดการทดลองมีจำนวน 3 ซ้ำ ทดลองเลี้ยงปลาหลังการทำเครื่องหมายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ติดตามความคงทนของเครื่องหมายโดยเก็บข้อมูลที่สัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8

ตารางที่ 5 การทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา และการฉีดสี ทำเครื่องหมายในแต่ละตำแหน่ง

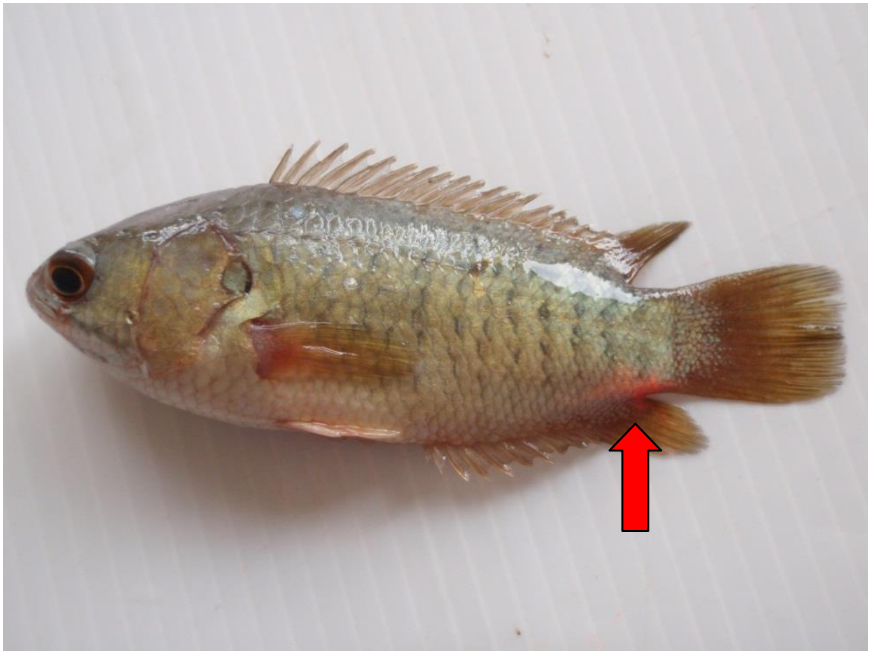
ชุดการทดลองที่	รูปแบบของการทำเครื่องหมาย	ตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย
1	VIE จากยางพารา	ตำแหน่งที่ 1 โคนครีบอก
2		ตำแหน่งที่ 2 โคนหางด้านบน
3		ตำแหน่งที่ 3 โคนหางด้านล่าง
4		ตำแหน่งที่ 4 ก้านครีบหลัง
5		ตำแหน่งที่ 5 ก้านครีบก้น
6	การฉีดสี อะคริลิค	ตำแหน่งที่ 1 โคนครีบอก
7		ตำแหน่งที่ 2 โคนหางด้านบน
8		ตำแหน่งที่ 3 โคนหางด้านล่าง
9		ตำแหน่งที่ 4 ก้านครีบหลัง
10		ตำแหน่งที่ 5 ก้านครีบก้น
11		ตำแหน่งที่ 6 ใต้ครีบหลัง
12	ชุดควบคุม (ไม่ฉีดสี)	



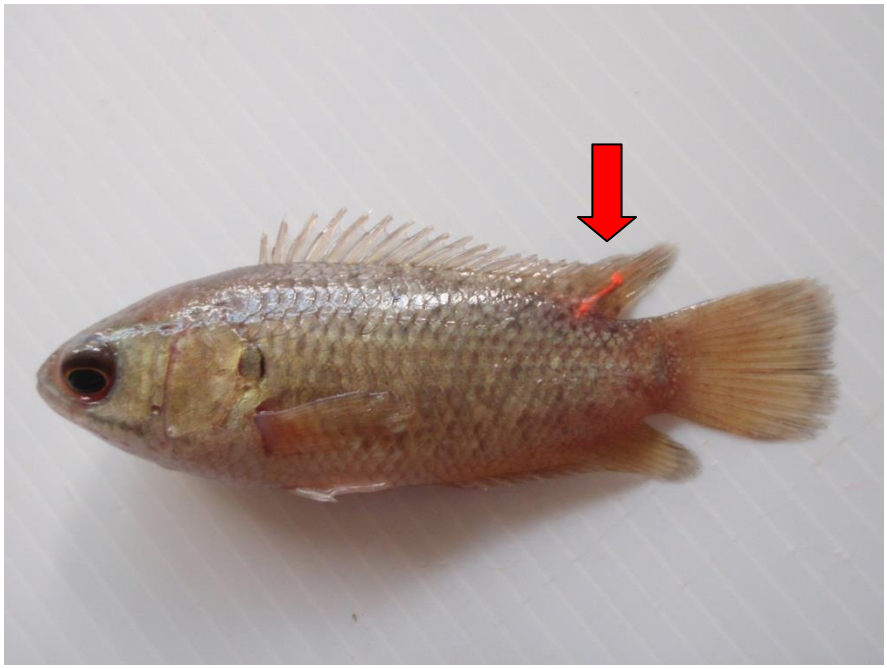
ภาพที่ 53 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 1



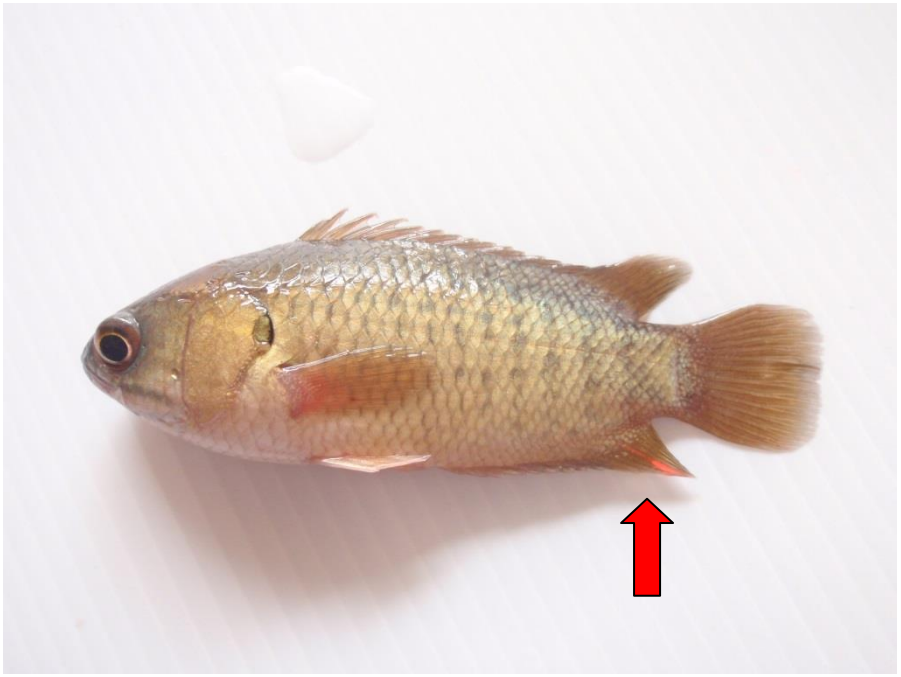
ภาพที่ 54 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 2



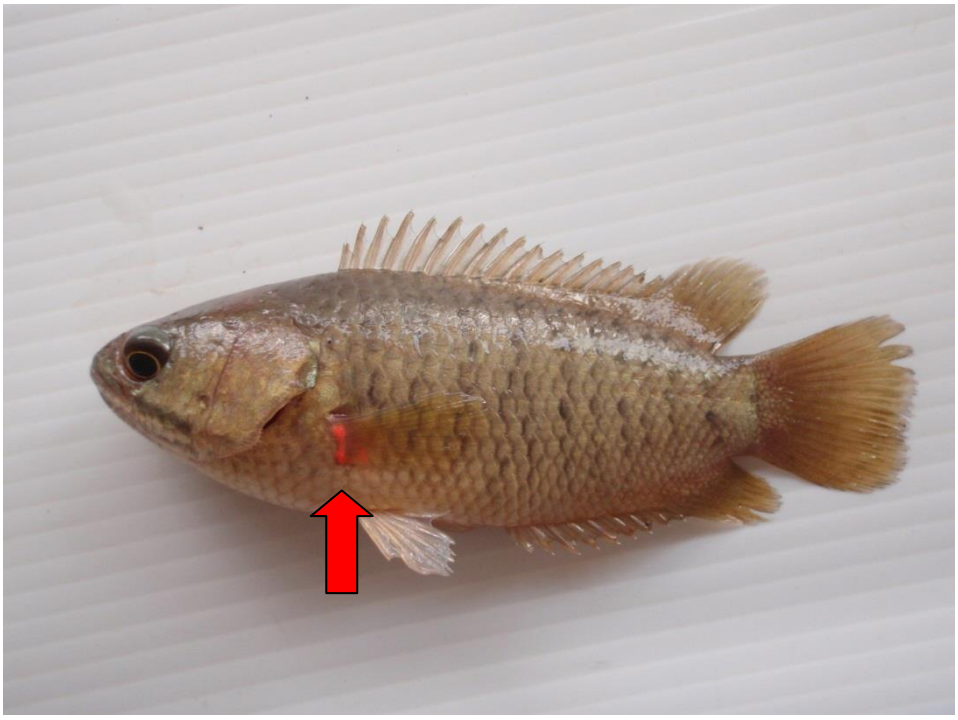
ภาพที่ 55 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 3



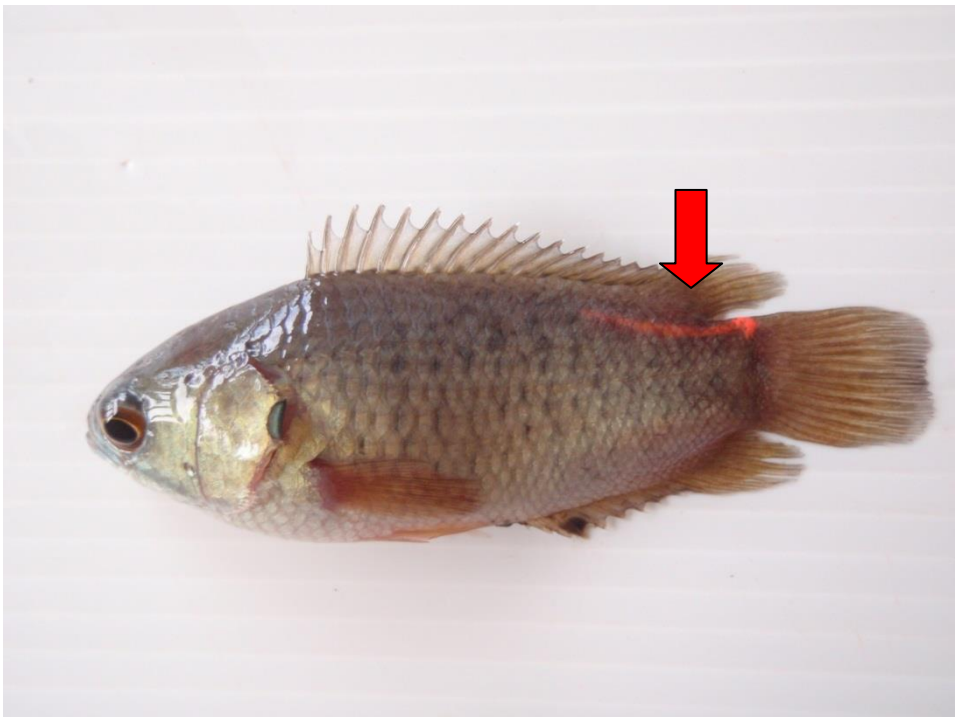
ภาพที่ 56 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 4



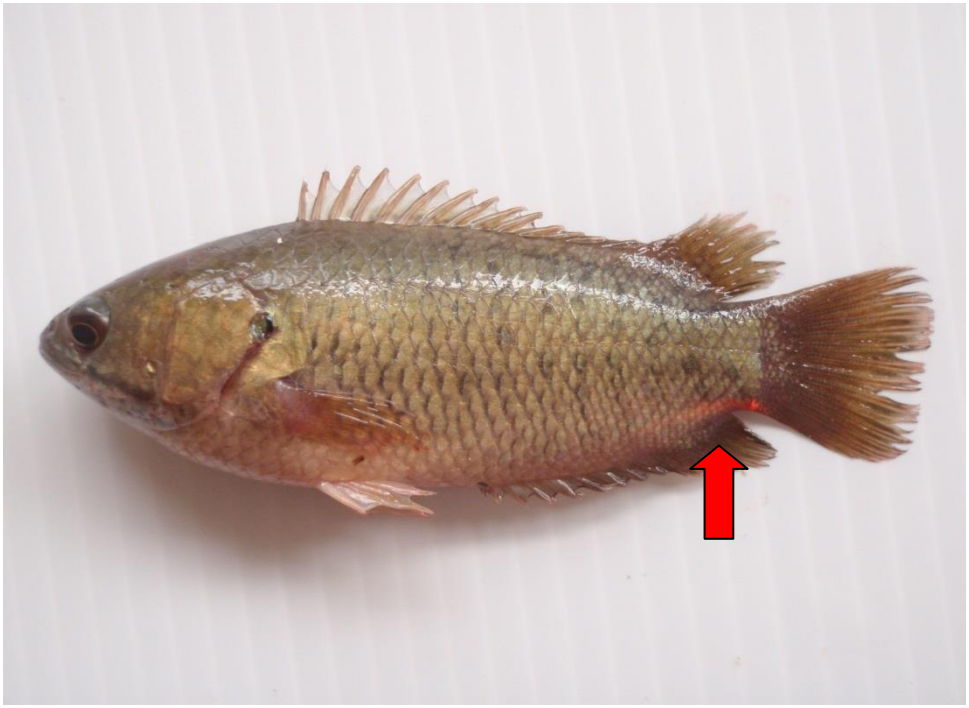
ภาพที่ 57 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 5



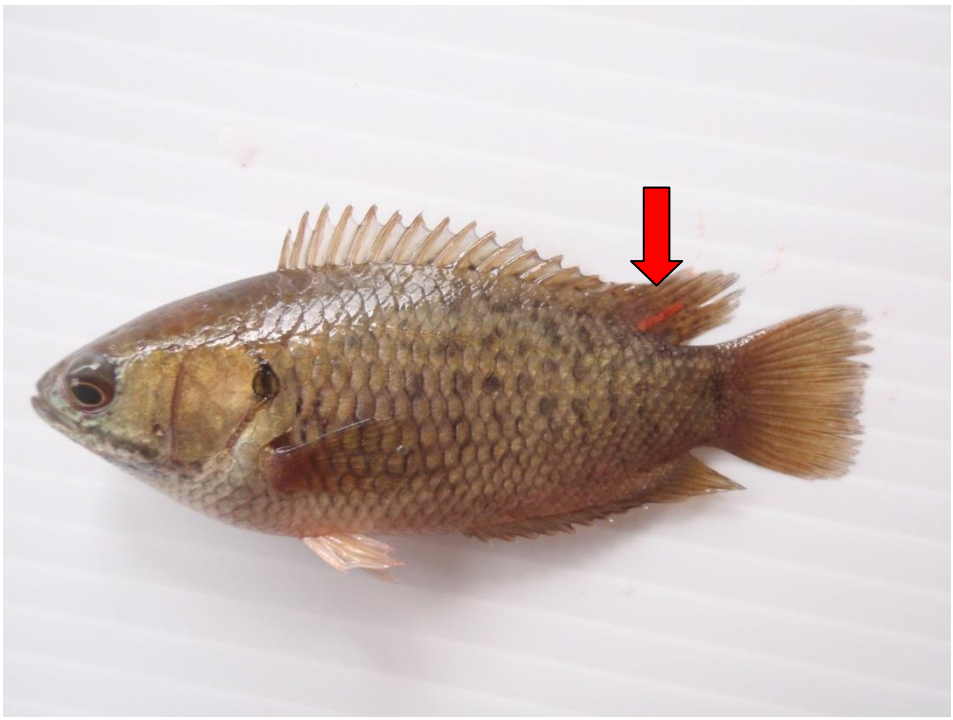
ภาพที่ 58 การฉีดสีโดยใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 1



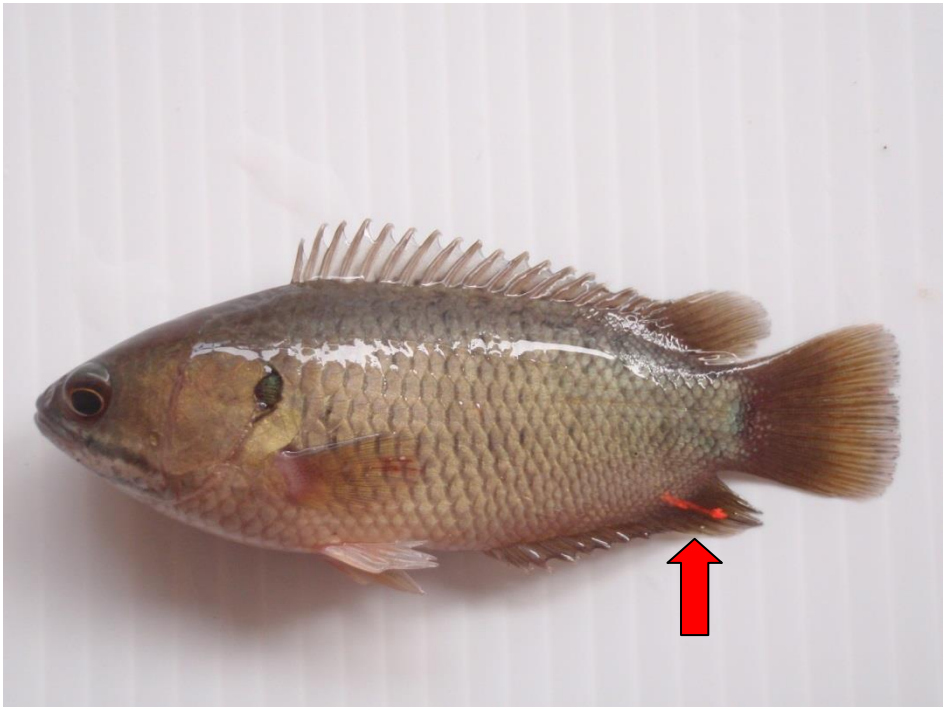
ภาพที่ 59 การฉีดสีโดยใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 2



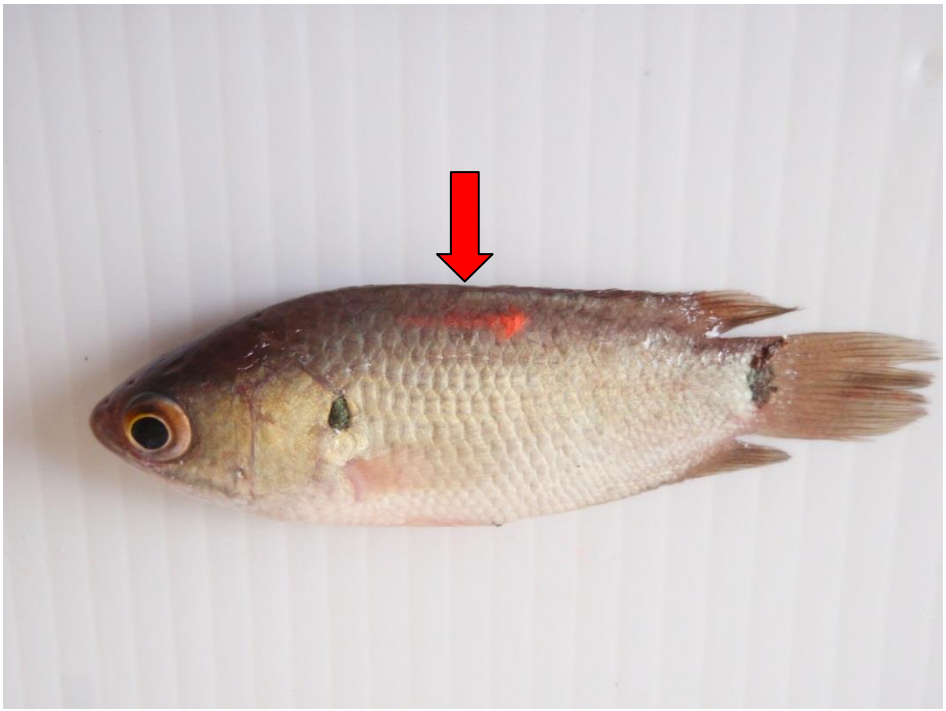
ภาพที่ 60 การฉีดสีโดยใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 3



ภาพที่ 61 การฉีดสีโดยใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 4



ภาพที่ 62 การฉีดสีโดยใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 5

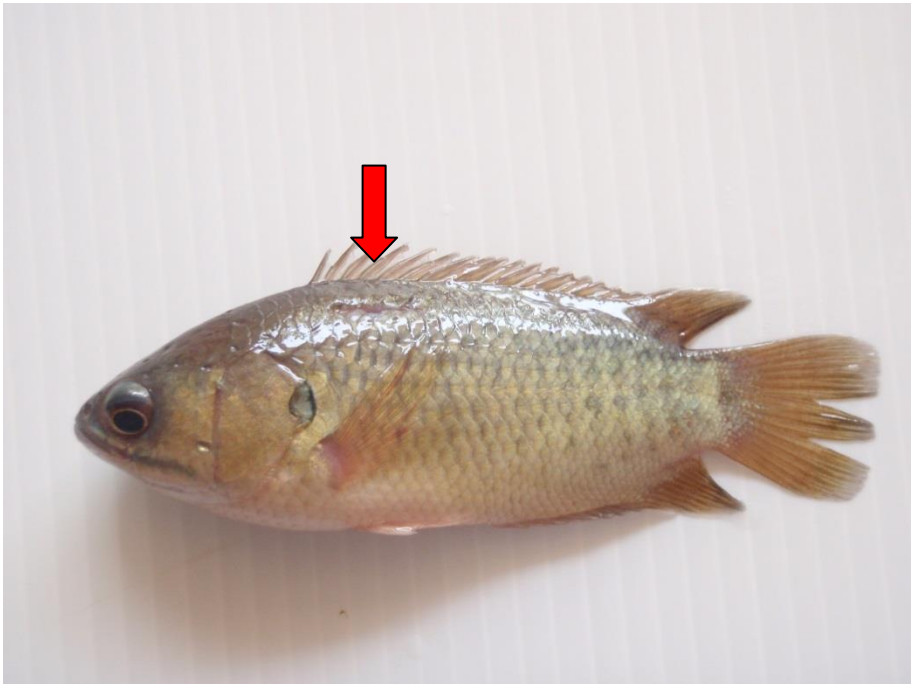


ภาพที่ 63 การฉีดสีโดยใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสงตำแหน่งที่ 6

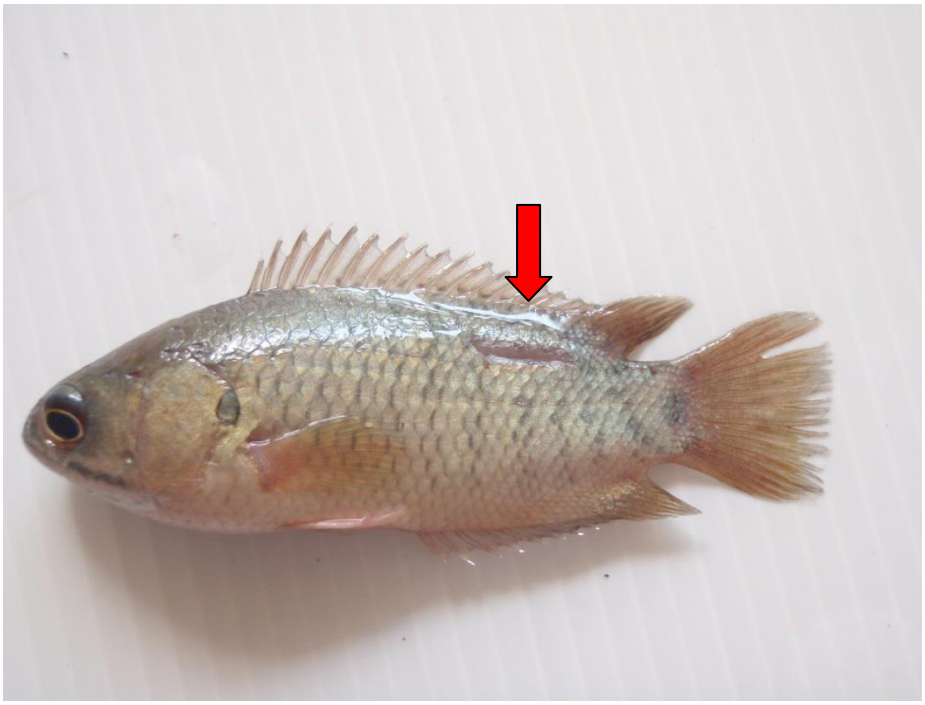
การทดลองที่ 3 การทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบและตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย รูปแบบของการทำเครื่องหมาย ได้แก่ การตีตราร้อน ทำเครื่องหมาย 2 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2 (ภาพที่ 64 และ 65), การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 และการดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5 (ภาพที่ 66 และ 67), การตัดครีบท้องด้านซ้ายและด้านขวา (ภาพที่ 68 และ 69) และการตัดครีบอกด้านซ้ายและด้านขวา (ภาพที่ 70 และ 71) รูปแบบของการทดลอง แบ่งออกเป็น 9 ชุดการทดลอง (ตารางที่ 6) ใช้ปลาทดลองชุดการทดลองละ 10 ตัว แต่ละชุดการทดลองมีจำนวน 3 ซ้ำ ทดลองเลี้ยงปลาทำเครื่องหมายเป็นเวลา 20 สัปดาห์ (เนื่องจากลูกปลาหมอไทยที่เริ่มทำการทดลองทำเครื่องหมายมีอายุประมาณ 8 สัปดาห์ จึงเลี้ยงปลาทดลองเป็นเวลา 20 สัปดาห์ เพื่อให้มีอายุที่เหมาะสมต่อการคัดเลือกเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ โดยพ่อ-แม่พันธุ์ปลาหมอไทยควรมีอายุประมาณ 6-7 เดือน หรือประมาณ 24-28 สัปดาห์) เก็บข้อมูลในสัปดาห์ที่ 2, 4, 8, 12, 16 และ 20 หลังการทำเครื่องหมาย ผลการทดลองที่ได้จะนำไปใช้ในการทดลองที่ 4

ตารางที่ 6 การทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบและตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย

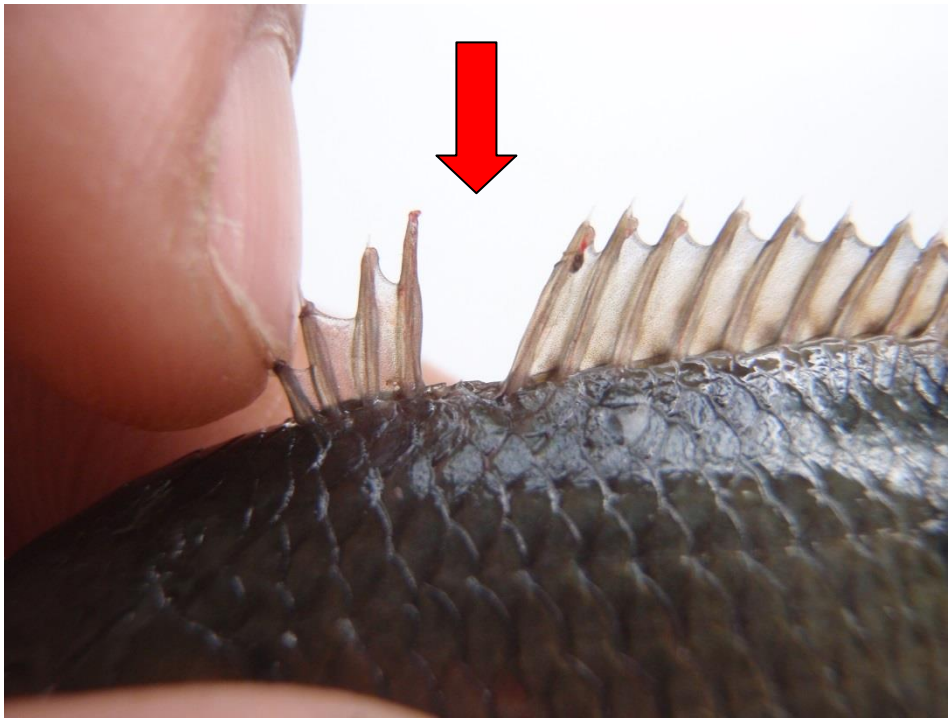
ชุดการทดลองที่	รูปแบบของการทำเครื่องหมาย	ตำแหน่ง
1	การตีตราร้อน	ตำแหน่งที่ 1
2		ตำแหน่งที่ 2
3	การดึงก้านครีบ	ก้านครีบหลังก้านที่ 5
4		ก้านครีบก้นก้านที่ 5
5	การตัดครีบ	ครีบท้องซ้าย
6		ครีบท้องขวา
7		ครีบอกซ้าย
8		ครีบอกขวา
9	ชุดควบคุม	ไม่ทำเครื่องหมาย



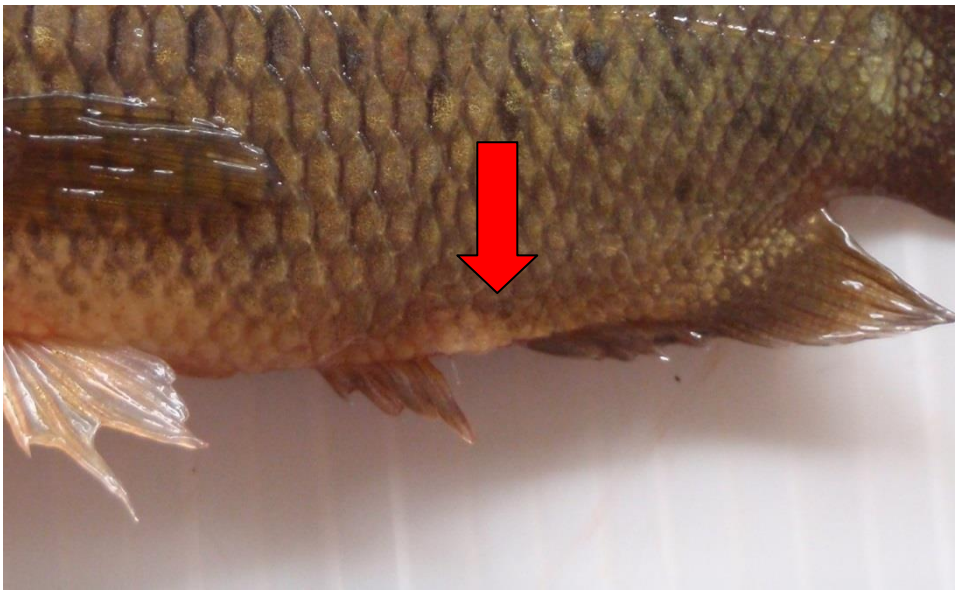
ภาพที่ 64 การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1



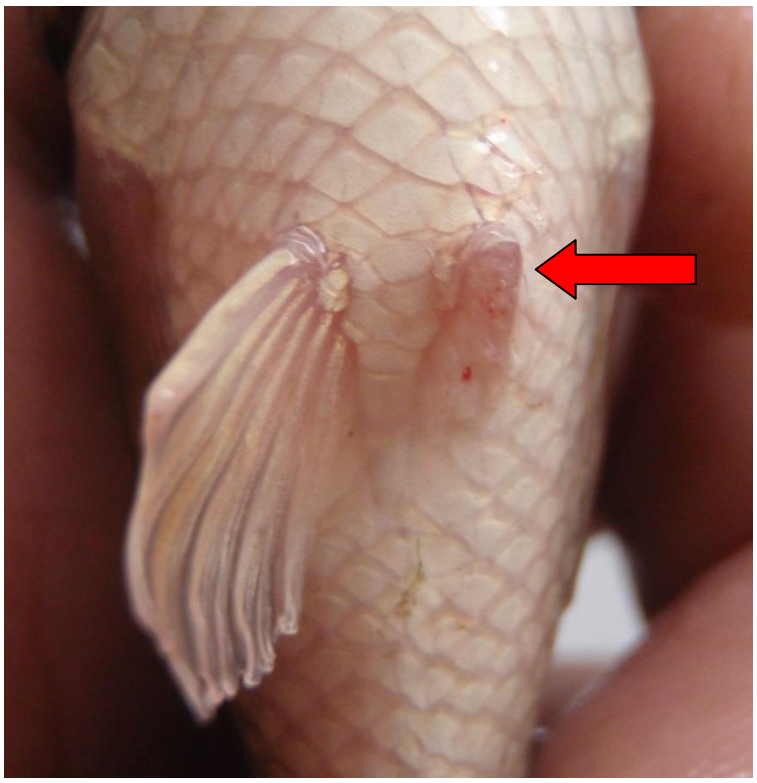
ภาพที่ 65 การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2



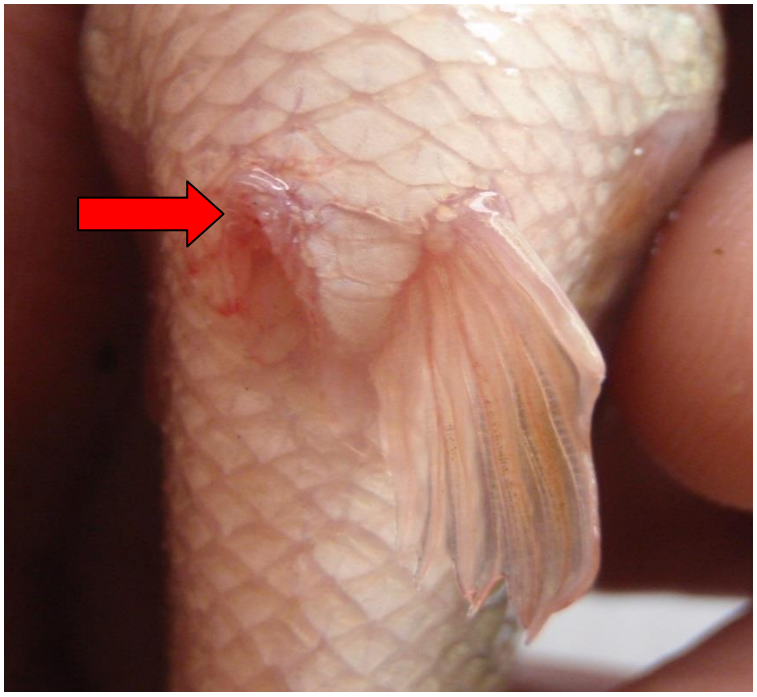
ภาพที่ 66 การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5



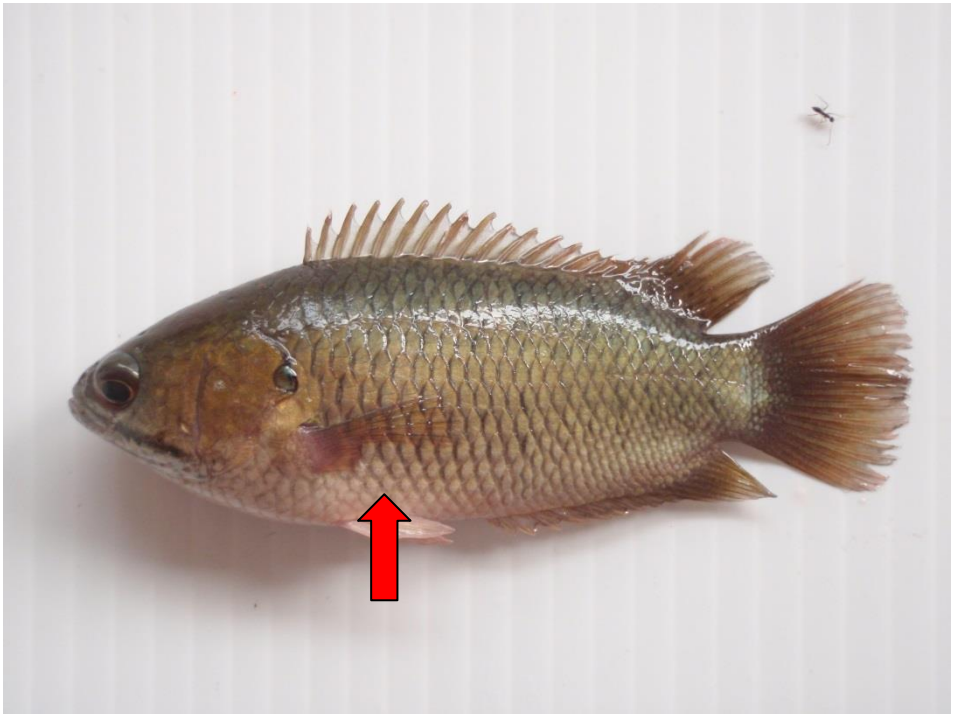
ภาพที่ 67 การดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5



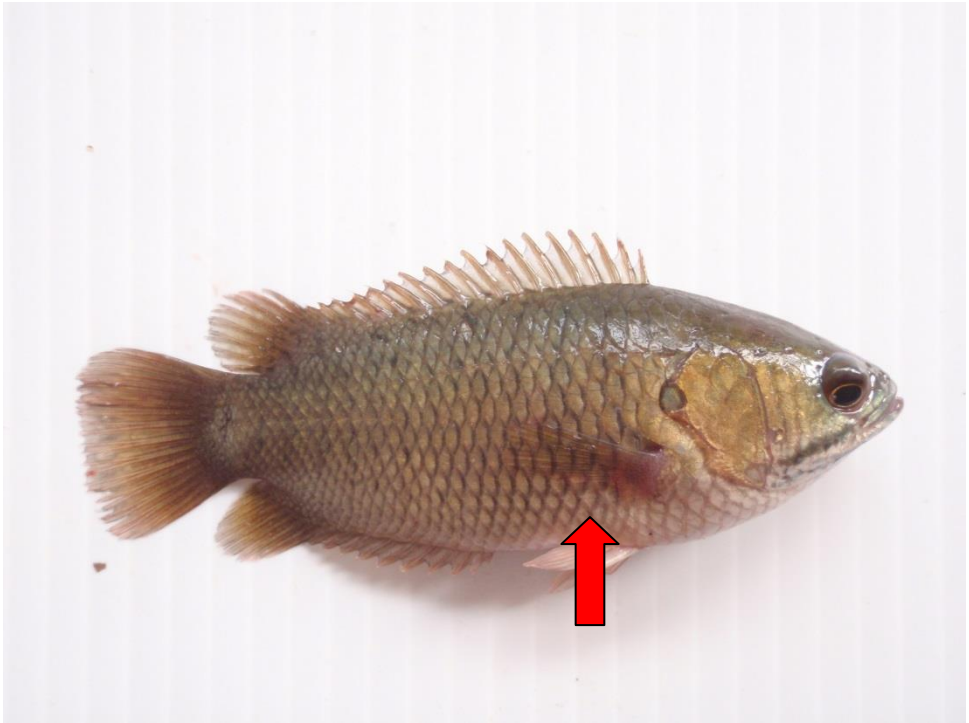
ภาพที่ 68 การตัดครีบท้องด้านซ้าย



ภาพที่ 69 การตัดครีบท้องด้านขวา



ภาพที่ 70 การตัดครีบอกด้านซ้าย

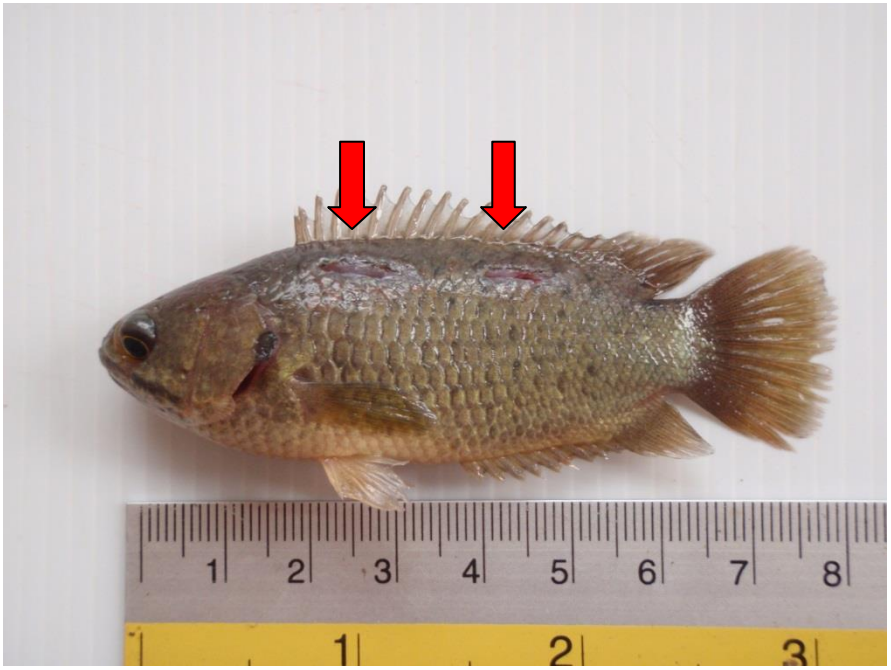


ภาพที่ 71 การตัดครีบอกด้านขวา

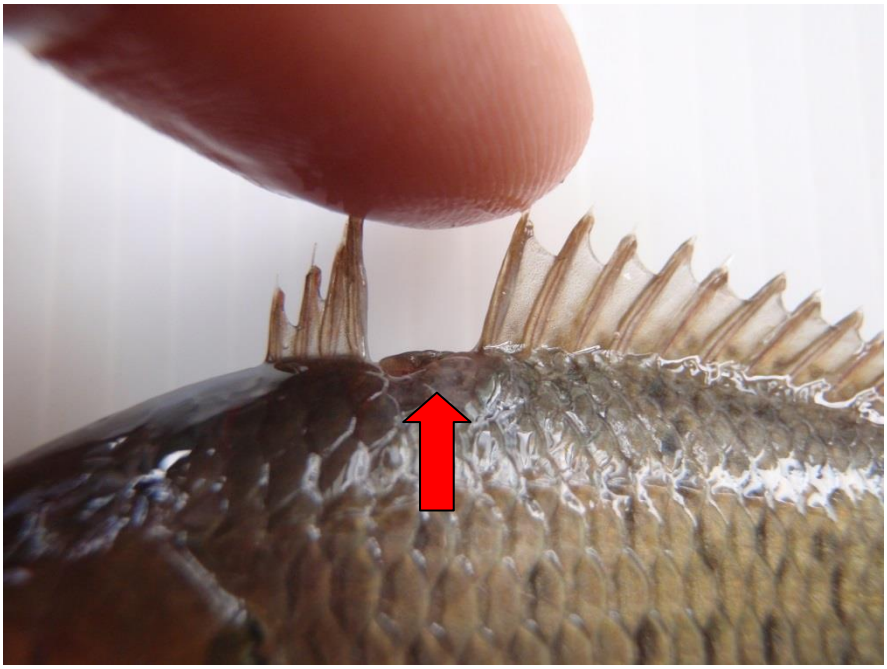
การทดลองที่ 4 การทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่ง และการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน ซึ่งการทดลองนี้จะดำเนินการทดลองร่วมกันเฉพาะการทำเครื่องหมาย เพื่อทำให้เกิดความหลากหลายรูปแบบของเครื่องหมายในปลาตัวเดียวกันได้มากที่สุด เนื่องจากการทำเครื่องหมายไม่สามารถระบุตัวเลขลงบนเครื่องหมาย และถ้าต้องการข้อมูลที่มีรายละเอียดมากการทำเครื่องหมายเพียงแบบเดียวจะไม่เพียงพอในการจำแนกกลุ่มปลา โดยทำการทำเครื่องหมายเพียงหนึ่งรูปแบบในปลาตัวเดียวกันมากกว่า 1 ตำแหน่ง และการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน โดยเลือกการทำเครื่องหมายร่วมกันที่ครอบคลุมที่สุด ได้แก่ การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 และ ตำแหน่งที่ 2 (ภาพที่ 72), การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 และก้านที่ 6 (ภาพที่ 73), การดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5 และก้านที่6 (ภาพที่ 74), การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 ทำเครื่องหมายร่วมกับการดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 (ภาพที่ 75), การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 ทำเครื่องหมายร่วมกับการตัดครีบท้องด้านซ้าย (ภาพที่ 76), การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 ร่วมกับการตัดครีบท้องด้านซ้าย (ภาพที่ 77) และการดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 ทำเครื่องหมายร่วมกับการดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5 (ภาพที่ 78) ซึ่งรูปแบบของการทดลอง แบ่งออกเป็น 8 ชุดการทดลอง (ตารางที่ 7) ใช้ปลาทดลองชุดการทดลองละ 10 ตัว แต่ละชุดการทดลองมีจำนวน 3 ซ้ำ ทดลองเลี้ยงหลังการปลาทำเครื่องหมายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ เก็บข้อมูลในสัปดาห์ที่ 2, 4 และ 8

ตารางที่ 7 การทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่ง และการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน

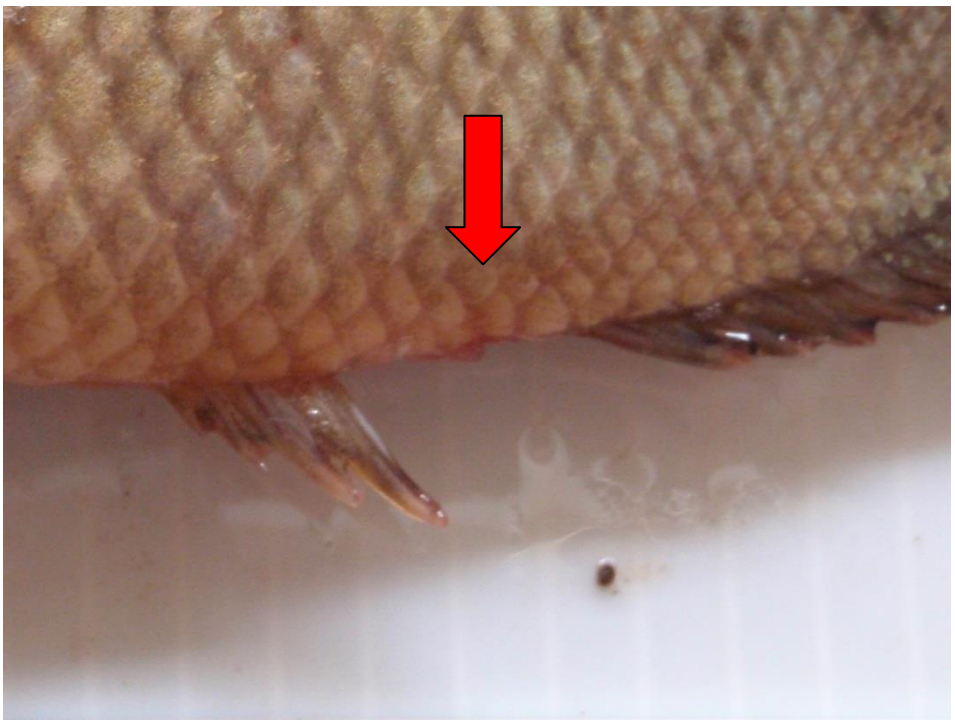
ชุดการทดลองที่	รูปแบบของการทำเครื่องหมาย
1	การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2
2	การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 และก้านที่ 6
3	การดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5 และก้านที่ 6
4	การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 + การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5
5	การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 + การตัดครีบท้องด้านซ้าย
6	การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 + การตัดครีบท้องด้านซ้าย
7	การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5+ การดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5
8	ชุดควบคุม (ไม่ทำเครื่องหมาย)



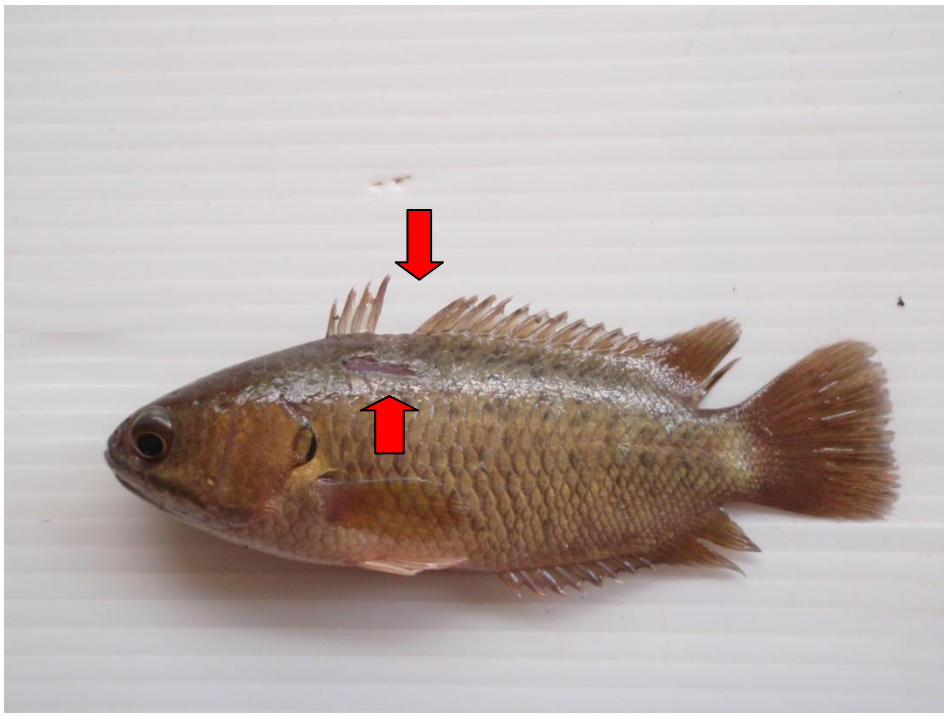
ภาพที่ 72 การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2



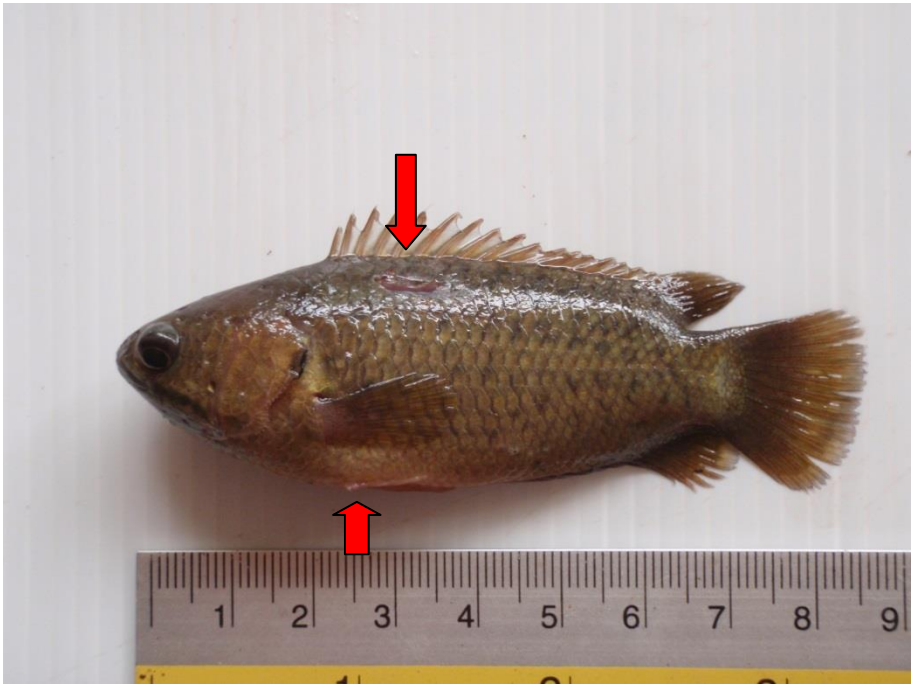
ภาพที่ 73 การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 และก้านที่ 6



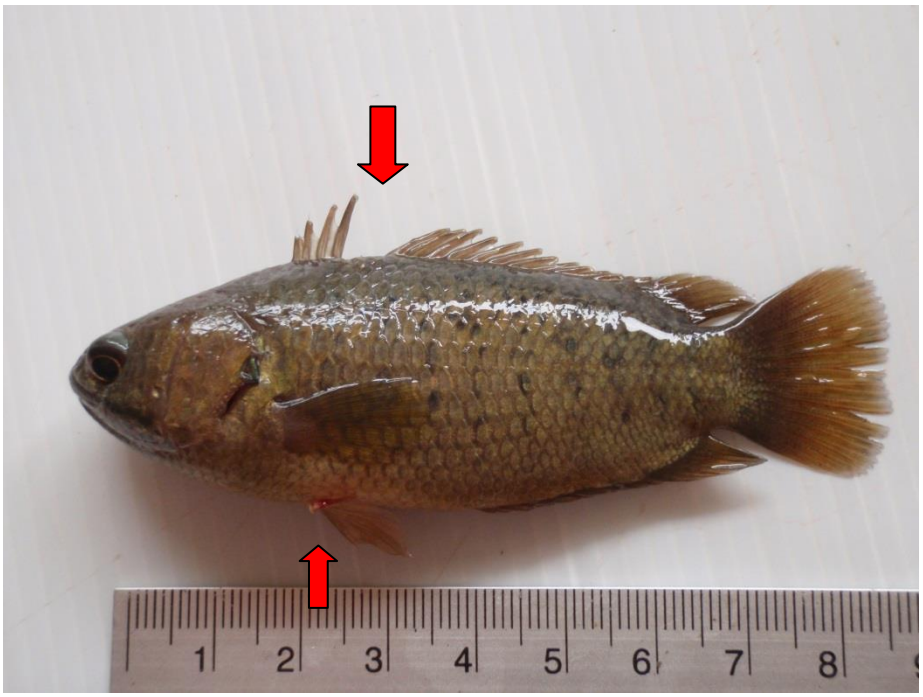
ภาพที่ 74 การดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5 และก้านที่ 6



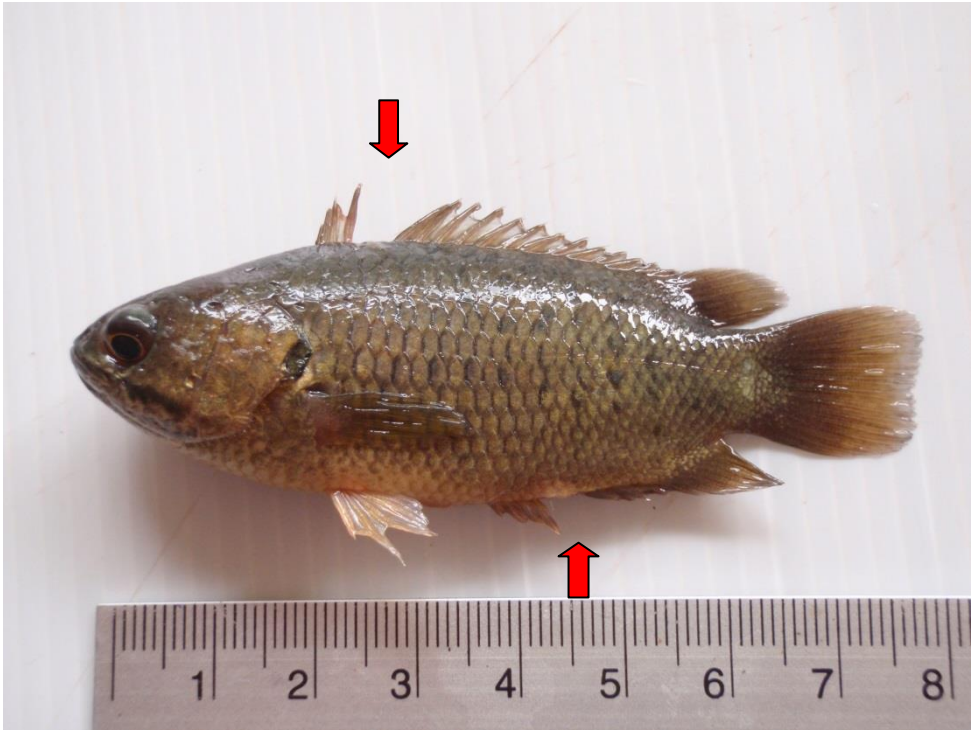
ภาพที่ 75 การตีตราร้อนร่วมกับการดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5



ภาพที่ 76 การตีตราร้อนร่วมกับการตัดครีบท้องด้านซ้าย



ภาพที่ 77 การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 ร่วมกับการตัดครีบท้องด้านซ้าย



ภาพที่ 78 การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 ร่วมกับการดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วัดความยาวและชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของปลาก่อนการทำเครื่องหมาย และหลังจากสิ้นสุดการทดลองจดบันทึกข้อมูลโดยแยกประเภทตามเครื่องหมายบนลำตัว ทำการวัดความยาว ชั่งน้ำหนัก นับจำนวนปลาที่เหลือแล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณ อัตรารอดตาย อัตราความคงทนของเครื่องหมาย และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ตามวิธีของ Basavaraju และคณะ (1998)

4.1 อัตรารอดตาย (survival rate) (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตัว)} \times 100}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้นที่ทำเครื่องหมายในแต่ละแบบ (ตัว)}}$$

4.2 อัตราความคงทนของเครื่องหมาย (Retention rate) (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาที่มีเครื่องหมายในแต่ละแบบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตัว)} \times 100}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้นที่ทำเครื่องหมายในแต่ละแบบ (ตัว)}}$$

4.3 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (weight gain) (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{(น.น. ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) - น.น. ปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (กรัม))} \times 100}{\text{น.น. ปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (กรัม)}}$$

วิเคราะห์ผลการทดลองโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) สำหรับการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (จรัญ, 2549)

บทที่ 3

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นของสารละลายน้ำมันกานพลูสำหรับการสลบปลาหมอไทย

การทดลองที่ 1.1 ศึกษาความเข้มข้นช่วงกว้างของสารละลายน้ำมันกานพลูสำหรับการสลบปลาหมอไทย จากการทดลอง พบว่า สารละลายน้ำมันกานพลูความเข้มข้น 200, 250 และ 300 ส่วนในล้านส่วน ทำให้ปลาสลบในเวลาเฉลี่ย 127.07, 30.32 และ 14.30 วินาที ตามลำดับ และ ฟื้นจากการสลบได้อย่างปลอดภัย 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาเฉลี่ย 35.33, 116.83 และ 205.50 วินาที ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้น 50, 100, 150 ส่วนในล้านส่วน และชุดควบคุมใช้เอทิลแอลกอฮอล์ 0.2565 เปอร์เซ็นต์ (3 มิลลิลิตร) ไม่สามารถทำให้ปลาสลบและปลายังมีอาการปกติ เช่นเดียวกับชุดควบคุมที่ไม่สลบปลา และการทดสอบอัตรารอดตาย พบว่า สารละลายน้ำมันกานพลูในระดับความเข้มข้น 50, 100, 150, 200 และ 250 ส่วนในล้านส่วน และชุดควบคุมที่ 1)ใช้เอทิลแอลกอฮอล์ 0.2565 เปอร์เซ็นต์และชุดควบคุมที่ 2)ไม่สลบปลา ปลาทั้งหมดมีสภาพร่างกายเป็นปกติ และมีอัตรารอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระดับความเข้มข้น 300 ส่วนในล้านส่วน มีอัตรารอดตาย 93.33 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8)

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาความเข้มข้นที่ทำให้ปลาสลบได้เร็วที่สุดมีช่วงเวลาก่อนการฟื้นจากยาสลบนานที่สุด โดยมีอัตรารอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อฟื้นจากการสลบ พบว่า เมื่อใช้ยาสลบความเข้มข้นที่สูงขึ้นปลาจะสลบได้เร็วขึ้น และการสลบจะนานขึ้น โดยสารละลายน้ำมันกานพลูความเข้มข้น 210, 220, 230, 240, 260, 270, 280 และ 290 ส่วนในล้านส่วน ทำให้ปลาสลบในเวลาเฉลี่ย 123.27, 98.2, 68.97, 37.57, 28.47, 21.43, 19.73 และ 16.70 วินาที ตามลำดับ และฟื้นจากการสลบในเวลาเฉลี่ย 38.03, 68.37, 92.93, 114.67, 120.63, 154.87, 158.03 และ 188.93 วินาที ตามลำดับ โดยสารละลายน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 210, 220, 230, 240, 260 และ 270 ส่วนในล้านส่วน ปลาทั้งหมดมีสภาพร่างกายเป็นปกติ และมีอัตรารอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระดับความเข้มข้น 280 และ 290 ส่วนในล้านส่วน มีอัตรารอดตาย 96.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9) จากการทดลองการสลบปลา พบว่า สารละลายน้ำมันกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 270 ส่วนในล้านส่วน ทำให้ปลาสลบในเวลาเฉลี่ย 21.43 วินาที และฟื้นจากการสลบได้อย่างปลอดภัยโดยมีอัตรารอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ มีช่วงเวลาของการสลบนาน 154.87 วินาที ซึ่งให้เวลาที่เหมาะสมกับการทำเครื่องหมายกับปลาจำนวน 3-5 ตัว ดังนั้นในการทดลองที่ 2, 3 และ 4 จะเลือกสารละลายน้ำมันกานพลูในระดับความเข้มข้น 270 ส่วนในล้านส่วน เพื่อทำการทดลองต่อไป

ตารางที่ 8 ผลการทดลองการสลบในปลาหมอไทยขนาด 6-7 กรัม ด้วยสารละลายน้ำมันกานพลู ในช่วงระดับความเข้มข้น 50 ถึง 300 ส่วนในล้านส่วน

ขนาดยาสลบ (ส่วนในล้านส่วน)	เวลาที่ใช้นำสลบ (วินาที)	เวลาที่สลบ (วินาที)	อัตรารอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
50	n	n	100[a]
100	n	n	100[a]
150	n	n	100[a]
200	127.07±0.21[a]	35.33±3.81[a]	100[a]
250	30.32±0.65[b]	116.83±0.68[b]	100[a]
300	14.30±0.53[c]	205.50±3.87[c]	93.33±5.77[b]
ชุดควบคุม 1	n	n	100[a]
ชุดควบคุม 2	ไม่สลบปลา		100[a]

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ย ± S.D. จากข้อมูล 3 ซ้ำ

2) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรต่างกันกำกับ (a,b และc) มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3) n คือ ระดับความเข้มข้นที่ไม่สามารถทำให้ปลาสลบได้

ตารางที่ 9 ผลการทดลองการสลบในปลาหมอไทยขนาด 6-7 กรัม ด้วยสารละลายน้ำมันกานพลู ในช่วงระดับความเข้มข้น 210 ถึง 290 ส่วนในล้านส่วน

ขนาดยาสลบ (ส่วนในล้านส่วน)	เวลาที่ใช้นำสลบ (วินาที)	เวลาที่สลบ (วินาที)	อัตรารอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
210	123.27±1.10[a]	38.03±0.15[a]	100[a]
220	98.2±2.78[b]	68.37±0.21[b]	100[a]
230	68.97±4.47[c]	92.93±2.45[c]	100[a]
240	37.57±0.42[d]	114.67±1.42[d]	100[a]
260	28.47±0.81[e]	120.63±1.05[e]	100[a]
270	21.43±0.40[f]	154.87±0.47[f]	100[a]
280	19.73±0.46[fg]	158.03±3.10[fg]	96.67±5.77[a]
290	16.70±0.92[h]	188.93±8.78[h]	96.67±5.77[a]

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ย ± S.D. จากข้อมูล 3 ซ้ำ

2) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรต่างกันกำกับ (a,b,c,d,e,f,g และ h) มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2 การทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา และการฉีดสี

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาเบื้องต้นอัตราส่วนน้ำยางพาราผสมกับน้ำเพื่อนำมาใช้ในการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา (น้ำยางพารามีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์) จากการทดลองพบว่า น้ำยางพาราผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:1 และ 2:1 สามารถทำเครื่องหมาย VIE จากยางพาราได้จนสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยมีจำนวนเข็มที่เปลี่ยนโดยเฉลี่ย 3 และ 5 เข็ม ตามลำดับ แต่อัตราส่วน 2:1 สามารถทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา ได้ดีที่สุด เนื่องจากอัตราส่วน 1:1 ทำให้ VIE จากยางพารา มีสีจางและมีลักษณะเหลวจนทำให้การควบคุมในการฉีด VIE ทำได้ยาก ส่วนอัตราส่วน 3:1 สามารถทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา เป็นเวลา 2 ชั่วโมง มีจำนวนเข็มที่เปลี่ยนโดยเฉลี่ย 22 เข็ม และชุดควบคุม (น้ำยางพาราไม่ผสมน้ำ) สามารถทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา ได้เพียงช่วงเริ่มต้นของการทำเครื่องหมายเท่านั้น (0 ชั่วโมง) มีจำนวนเข็มที่เปลี่ยนโดยเฉลี่ย 24 เข็ม (ตารางที่ 10) ดังนั้นในการทดลองที่ 2.2 และ 2.3 จึงเลือกใช้น้ำยางพาราผสมกับน้ำในอัตราส่วน 2:1 เพื่อทำการทดลองต่อไป

ตารางที่ 10 ผลของการศึกษาเบื้องต้นอัตราส่วนน้ำยางพาราผสมกับน้ำเพื่อนำมาใช้ในการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา

น้ำยางพาราผสมกับน้ำ	จำนวนเข็มที่เปลี่ยนในแต่ระยะเวลา (ค่าเฉลี่ย ± S.D.)				
	0 ชั่วโมง	1ชั่วโมง	2ชั่วโมง	3ชั่วโมง	4ชั่วโมง
3:1(3:1)	9±1.00[b]	14±1.00[b]	22±2.52[b]		
2:1(3:1)	2±0.58[a]	3±0.58[a]	3±1.00[a]	4±0.58[a]	5±0.58[b]
1:1(3:1)	2±0.58[a]	2±1.00[a]	2±0.58[a]	3±1.00[a]	3±0.58[a]
ชุดควบคุมไม่ผสมน้ำ(3:1)	24±1.53[c]				

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรต่างกันกำกับ (a,b และ c) มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2) กรณีที่เว้นว่างไม่สามารถทำการทดลองได้ เนื่องจากยางแข็งตัว

3) (3:1) คือ น้ำยางพาราผสมกับน้ำ แล้วนำไปผสมกับสีในอัตราส่วน 3:1

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาเบื้องต้น (VIE จากยางพารา) (น้ำยางพารามีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์) จากการทดลองเลี้ยงปลาที่ทำเครื่องหมายเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า อัตรารอดตายของปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมาย (ชุดควบคุม) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับกลุ่มปลาที่ทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในทุกอัตราส่วน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มปลาที่ทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring โดยปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมาย มีค่าเฉลี่ยอัตรารอดตายเท่ากับ 96.67 เปอร์เซ็นต์ การทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 1:3, 1:2, 1:1, 2:1 และ 3:1 มีค่าเฉลี่ยอัตรารอดตายอยู่ในช่วง 93.33 ถึง 96.67 เปอร์เซ็นต์ และการทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 1:3, 1:2, 1:1, 2:1 และ 3:1 มีค่าเฉลี่ยอัตรารอดตายอยู่ในช่วง 76.67 ถึง 80.00 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมาย ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับกลุ่มปลาที่ทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในทุกอัตราส่วน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มปลาที่ทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring โดยปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมายมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 405.99 เปอร์เซ็นต์ ปลาที่ทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อน

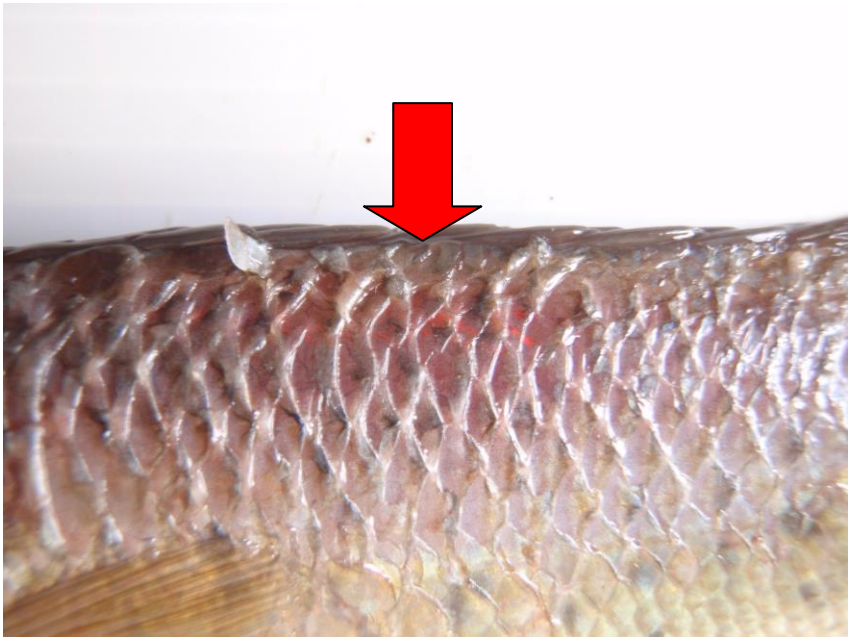
แสงในทุกอัตราส่วน มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 403.19 ถึง 417.43 เปอร์เซ็นต์ และปลาที่ทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 253.99 ถึง 275.69 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 11) ส่วนความคงทนของเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงและหมึก rotring ไม่สามารถค้นพบเครื่องหมายได้ (ตารางที่ 11) จึงทำการสุ่มปลาที่ทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสง และหมึก rotring ในทุกอัตราส่วน ซึ่งมี 10 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองมีจำนวน 3 ซ้ำ โดยสุ่มซ้ำละ 5 ตัว ดึงเกล็ดบริเวณที่ทำเครื่องหมาย เพื่อทดสอบว่า เครื่องหมายสามารถคงอยู่ภายในตัวปลาหรือไม่ จากการสุ่มปลาทดลอง พบว่า การทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 1:3, 1:2, และ 1:1 (ภาพที่ 79, 80 และ 81 ตามลำดับ) สามารถค้นพบเครื่องหมายได้ทุกตัวที่ทำการสุ่ม แต่อัตราส่วน 1:2 สามารถค้นพบเครื่องหมายได้ชัดกว่าอัตราส่วน 1:3 และ 1:1 ส่วนการทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 1:3, 1:2, และ 1:1 สามารถค้นพบเครื่องหมายได้ทุกตัวที่ทำการสุ่ม (ภาพที่ 82, 83 และ 84 ตามลำดับ) แต่เครื่องหมายจะกระจายไปทั่วบริเวณหลังของปลาและไม่เด่นชัดเท่ากับเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสง สำหรับอัตราส่วนน้ำยางพารากับสี 2:1 และ 3:1 ของสีอะคริลิคและหมึก rotring ไม่สามารถพบเครื่องหมายได้ ดังนั้น การทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสง จะนำอัตราส่วน 1:2 ไปใช้ในการทดลองที่ 2.2

ตารางที่ 11 ผลของการศึกษาเบื้องต้นการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา

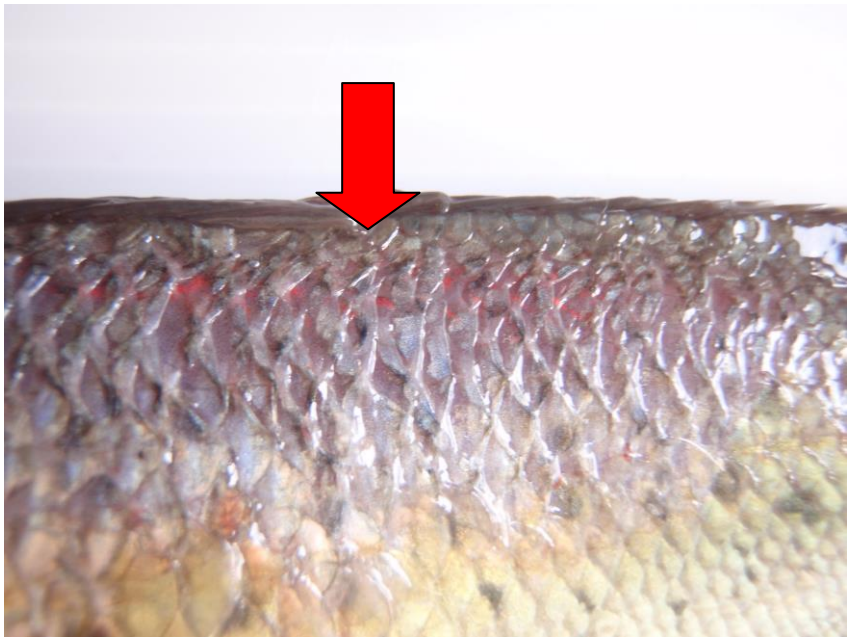
ชนิดของสี	อัตราส่วนน้ำยางพารากับสี	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์)	อัตรารอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	ความคงทนของเครื่องหมาย (เปอร์เซ็นต์)	
					ค้นพบจากภายนอก	ค้นพบจากการดึงเกล็ด
อะคริลิค	1:3	6.4±0.09 [a]	407.51±21.81 [a]	93.33±5.77 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	100 [a]
	1:2	6.3±0.10 [a]	417.43±2.92 [a]	96.67±5.77 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	100 [a]
	1:1	6.3±0.39 [a]	408.64±22.15 [a]	93.33±11.55 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	100 [a]
	2:1	6.5±0.15 [a]	403.20±8.11 [a]	93.33±11.55 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย
	3:1	6.8±0.17 [a]	398.86±3.44 [a]	93.33±5.77 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย
หมึก rotring	1:3	6.6±0.14 [a]	275.70±19.20 [b]	80.00±0.00 [b]	ไม่พบเครื่องหมาย	100 [a]
	1:2	6.3±0.21 [a]	268.24±24.99 [b]	80.00±0.00 [b]	ไม่พบเครื่องหมาย	100 [a]
	1:1	6.6±0.25 [a]	253.99±22.88 [b]	76.67±5.77 [b]	ไม่พบเครื่องหมาย	100 [a]
	2:1	6.4±0.10 [a]	257.33±24.97 [b]	76.67±5.77 [b]	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย
	3:1	6.4±0.29 [a]	270.43±37.82 [b]	76.67±5.77 [b]	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย
ชุดควบคุม	ไม่ฉีดสี	6.3±0.12 [a]	405.99±7.88 [a]	96.67±5.77 [a]	ไม่ฉีดสี	ไม่ฉีดสี

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ย ± S.D. จากข้อมูล 3 ซ้ำ

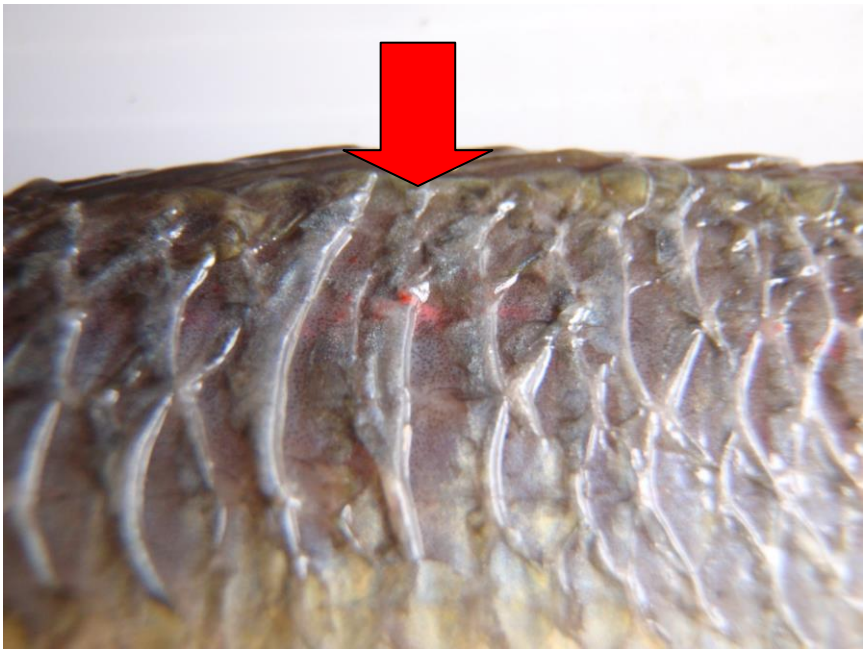
2) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรต่างกันกำกับ (a และ b) มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



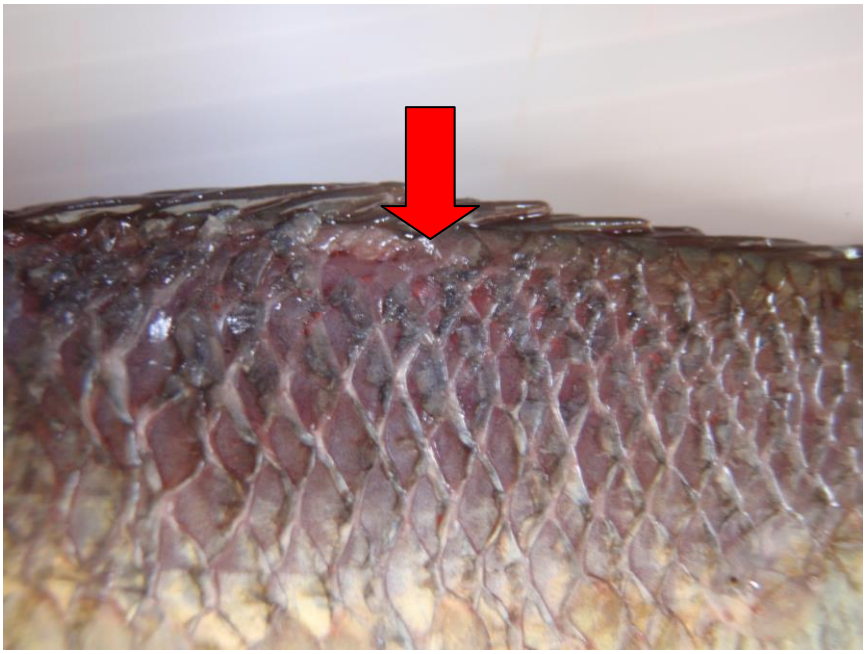
ภาพที่ 79 ผลของการทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 1:3 (ค้นพบโดยการดึงเกล็ดปลา)



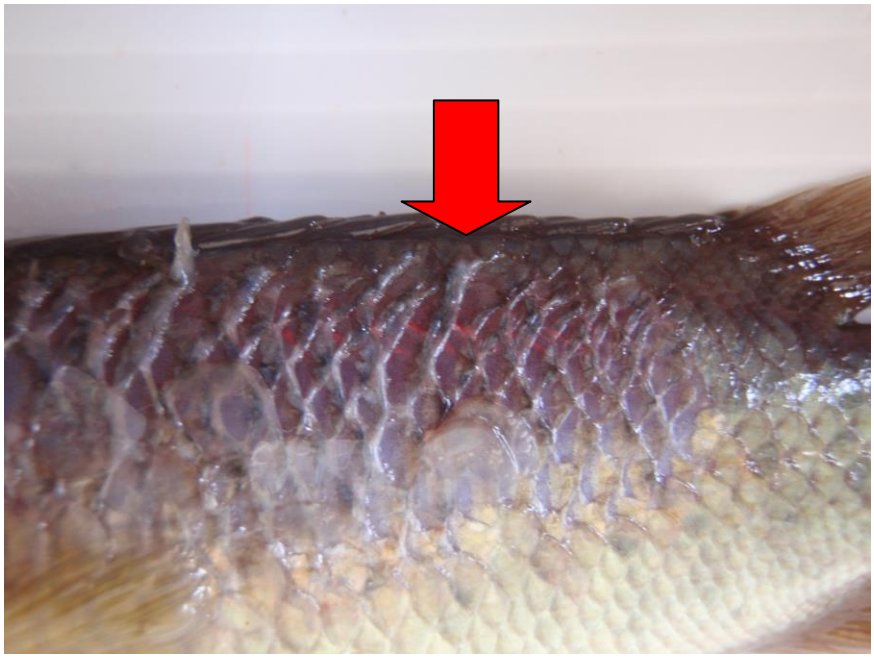
ภาพที่ 80 ผลของการทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงในอัตราส่วน 1:2 (ค้นพบโดยการดึงเกล็ดปลา)



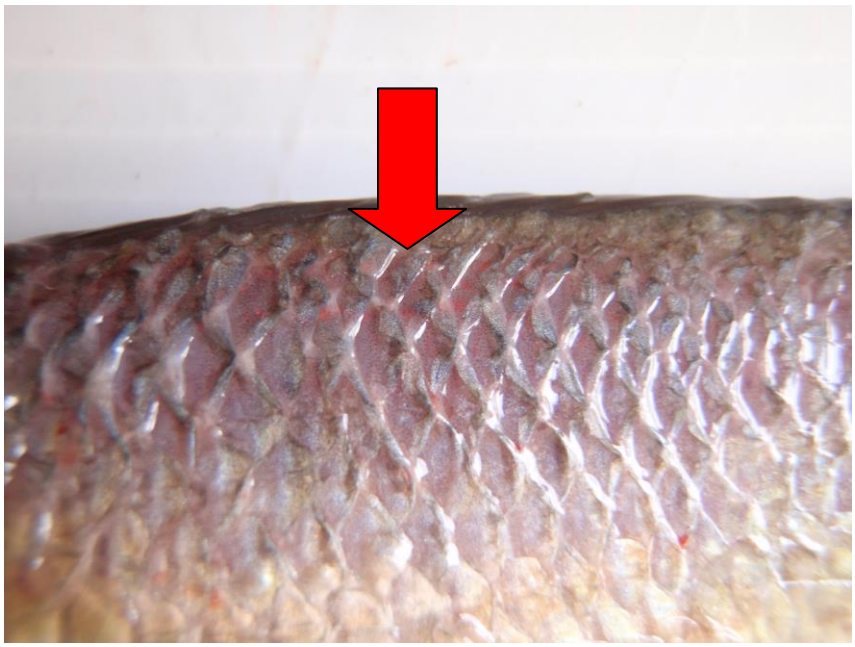
ภาพที่ 81 ผลของการทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงใน อัตราส่วน 1:1 (ค้นพบโดยการดึงเกล็ดปลา)



ภาพที่ 82 ผลของการทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ใน อัตราส่วน 1:3 (ค้นพบโดยการดึงเกล็ดปลา)



ภาพที่ 83 ผลของการทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ในอัตราส่วน 1:2 (ค้นพบโดยการดึงเกล็ดปลา)



ภาพที่ 84 ผลของการทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับหมึก rotring ใน อัตราส่วน 1:1 (ค้นพบโดยการดึงเกล็ดปลา)

การทดลองที่ 2.3 การทำเครื่องหมาย VIE โดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิค และการฉีดสีทำเครื่องหมายในแต่ละตำแหน่ง (น้ำยางพารามีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งประมาณ 33 เปอร์เซ็นต์) พบว่าอัตรารอดตายของปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมาย (ชุดควบคุม) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับกลุ่มปลาที่ทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีและการฉีดสีในทุกตำแหน่ง โดยมีค่าเฉลี่ยอัตรารอดตายที่ 4 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 93.33 ถึง 96.67 เปอร์เซ็นต์ และที่ 8 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 90.00 ถึง 96.67 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมาย ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับกลุ่มปลาที่ทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงและการฉีดสีในทุกตำแหน่ง โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นที่ 4 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 401.34 ถึง 455.23 เปอร์เซ็นต์ และที่ 8 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 707.33 ถึง 809.11 เปอร์เซ็นต์ ความคงทนของเครื่องหมายสามารถค้นพบได้เพียง 2 ตำแหน่ง เท่านั้น คือ ตำแหน่งที่ 1) โคนครีบอก (ภาพที่ 85) และตำแหน่งที่ 3) โคนหางด้านล่าง (ภาพที่ 86) ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมาย 83.33 เปอร์เซ็นต์ และเครื่องหมายมีความคงทนเพียง 4 สัปดาห์ ส่วนการฉีดสีไม่สามารถค้นพบเครื่องหมายได้ทุกตำแหน่ง จึงทำการสุ่มปลาที่ทำเครื่องหมายในตำแหน่งใต้เกล็ด (หลังเลี้ยงปลาทดลองเป็นเวลา 8 สัปดาห์)โดยสุ่มปลาที่ทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสง ในตำแหน่งที่ 2) โคนหางด้านบน และตำแหน่งที่ 3) โคนหางด้านล่าง ส่วนการฉีดสีสุ่มปลา ในตำแหน่งที่ 2) โคนหางด้านบน, ตำแหน่งที่ 3) โคนหางด้านล่าง และตำแหน่งที่ 6) ใต้ครีบหลัง ซึ่งมี 5 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองมีจำนวน 3 ซ้ำ โดยสุ่มซ้ำละ 5 ตัว ดึงเกล็ดบริเวณที่ทำเครื่องหมาย เพื่อทดสอบว่า เครื่องหมายสามารถคงอยู่ภายในตัวปลาหรือไม่ จากการสุ่มปลาทดลอง พบว่า ไม่สามารถค้นพบเครื่องหมายทั้งการทำเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสงและการฉีดสีได้ (ตารางที่ 12)

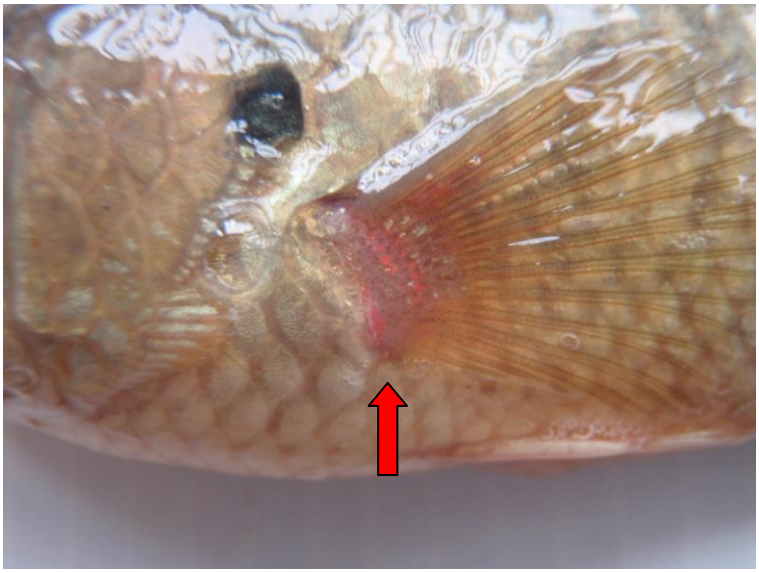
ตารางที่ 12 ผลของการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพารา และการฉีดสีทำเครื่องหมายในแต่ละตำแหน่ง

การทำเครื่องหมาย	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์)		อัตรารอดตาย (เปอร์เซ็นต์)		อัตราความคงทนของเครื่องหมาย (เปอร์เซ็นต์)		
						ค้นพบจากภายนอก		ค้นพบจากการดึงเกล็ด
	0 เดือน	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	8 สัปดาห์
VIE tag ตำแหน่งที่ 1	6.6±0.06 [a]	423.68±14.40 [a]	791.77±7.19 [a]	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	83.33±5.77 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	
VIE tag ตำแหน่งที่ 2	6.7±0.18 [a]	419.77±13.58 [a]	776.91±38.96 [a]	96.67±5.77 [a]	96.67±5.77 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย
VIE tag ตำแหน่งที่ 3	6.6±0.03 [a]	428.62±20.71 [a]	784.56±5.45 [a]	93.33±11.55 [a]	93.33±11.55 [a]	83.33±5.77 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย
VIE tag ตำแหน่งที่ 4	6.8±0.08 [a]	415.17±19.02 [a]	763.31±18.47 [a]	93.33±11.55 [a]	93.33±11.55 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย	
VIE tag ตำแหน่งที่ 5	6.9±0.50 [a]	416.01±16.09 [a]	758.33±17.95 [a]	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย	
การฉีดสีตำแหน่งที่ 1	6.7±0.07 [a]	401.34±58.51 [a]	727.13±171.79 [a]	96.67±5.77 [a]	96.67±5.77 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย	
การฉีดสีตำแหน่งที่ 2	6.7±0.04 [a]	440.24±83.17 [a]	747.42±167.14 [a]	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย
การฉีดสีตำแหน่งที่ 3	6.6±0.28 [a]	455.23±3.24 [a]	809.11±70.15 [a]	96.67±5.77 [a]	96.67±5.77 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย
การฉีดสีตำแหน่งที่ 4	6.8±0.26 [a]	414.11±78.22 [a]	799.24±146.06 [a]	93.33±11.55 [a]	90.00±10.00 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย	
การฉีดสีตำแหน่งที่ 5	6.8±0.10 [a]	418.14±22.58 [a]	737.71±113.40 [a]	96.67±5.77 [a]	90.00±10.00 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย	
การฉีดสีตำแหน่งที่ 6	6.9±0.15 [a]	440.23±80.55 [a]	707.33±52.55 [a]	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย
ชุดควบคุม	6.5±0.11 [a]	427.48±22.47 [a]	795.67±12.39 [a]	96.67±5.77 [a]	96.67±5.77 [a]	ไม่ทำเครื่องหมาย	ไม่ทำเครื่องหมาย	ไม่ทำเครื่องหมาย

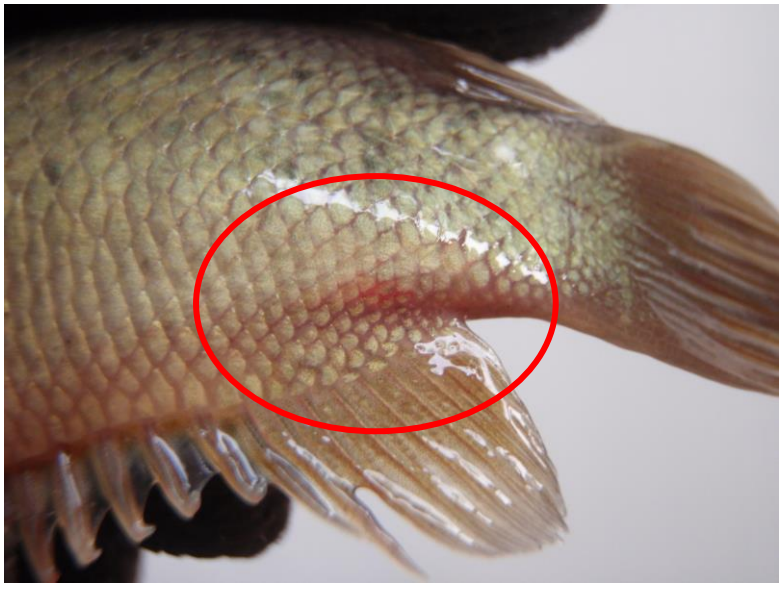
หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ย ± S.D. จากข้อมูล 3 ซ้ำ

2) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ (a) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3) กรณีที่เว้นว่าง คือ ไม่มีการตรวจสอบเครื่องหมายโดยการดึงเกล็ด เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ใสและไม่มีเกล็ด



ภาพที่ 85 ความคงทนของเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสง ตำแหน่งที่ 1 ใน 4 สัปดาห์



ภาพที่ 86 ความคงทนของเครื่องหมาย VIE ที่ใช้น้ำยางพาราผสมกับสีอะคริลิคสะท้อนแสง ตำแหน่งที่ 3 ใน 4 สัปดาห์

การทดลองที่ 3 การทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบและตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย

3.1 อัตรารอดตาย

จากการทดลอง พบว่า ในระยะเวลาที่ 2, 4, 8, 12, 16 และ 20 สัปดาห์ อัตรารอดตายของปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมาย (ชุดควบคุม) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับกลุ่มปลาที่ทำเครื่องหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยอัตรารอดตายที่ 2 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 93.33 ถึง 100.00 เปอร์เซ็นต์ ที่ 4 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 93.33 ถึง 100.00 เปอร์เซ็นต์ ที่ 8 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 93.33 ถึง 96.67 เปอร์เซ็นต์ ที่ 12 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 93.33 ถึง 96.67 เปอร์เซ็นต์ ที่ 16 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 90.00 เปอร์เซ็นต์ และที่ 20 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 86.67 ถึง 90.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 13)

3.2 ความคงทนของเครื่องหมาย

จากการทดลอง พบว่า ในระยะเวลาที่ 2 และ 4 สัปดาห์ ความคงทนของเครื่องหมายของการตีตราร้อนในตำแหน่งที่ 1 และ 2, การดึงก้านครีบหลังและก้านครีบก้น และการตัดครีบท้องด้านซ้ายและด้านขวาไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อระยะเวลาผ่านไปที่ 8, 12, 16 และ 20 สัปดาห์ ความคงทนของเครื่องหมายของการตีตราร้อนในตำแหน่งที่ 1 และ 2 และ การดึงก้านครีบหลังและก้านครีบก้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จะมีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มการตัดครีบท้องด้านซ้ายและด้านขวา ส่วนการตัดครีบอกด้านซ้ายและด้านขวาไม่สามารถค้นพบเครื่องหมายได้ (ตารางที่ 14)

การตีตราร้อนในตำแหน่งที่ 1 และ ตำแหน่งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมายที่ 2, 4, 8 และ 12 สัปดาห์ เท่ากับ 93.33 เปอร์เซ็นต์ ที่ 16 สัปดาห์ เท่ากับ 90.00 เปอร์เซ็นต์ และที่ 20 สัปดาห์ เท่ากับ 86.67 และ 90.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การตีตราร้อนเมื่อทำเครื่องหมายผิวหนังของปลาหมอที่สัมผัสกับอุปกรณ์ให้ความร้อนจะมีลักษณะไหม้และชิ้นเนื้อหลุดออกมา ทำให้เกิดเป็นแผล เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ปลาจะสร้างผิวหนังใหม่มีสีเข้มเห็นได้ชัดเจน แต่เกล็ดของปลายังไม่สามารถสร้างขึ้นมาได้หรือยังขึ้นไม่สมบูรณ์ (ภาพที่ 87 และ 88 ตามลำดับ) ในสัปดาห์ที่ 4 เกล็ดจะแข็งเป็นปรกติ และมีรูปร่างผิดรูปไปจากเดิม (ภาพที่ 89 และ 90 ตามลำดับ) ในสัปดาห์ที่ 8 เกล็ดในบริเวณที่ทำเครื่องหมายจะมีความนูนเพิ่มขึ้นทำให้สามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 91 และ 92 ตามลำดับ) และสามารถค้นพบเครื่องหมายไปจนถึงสัปดาห์ที่ 12, 16 และ 20 (ภาพที่ 93, 94, 95, 96, 97 และ 98 ตามลำดับ)

การดึงก้านครีบหลังและก้านครีบก้น มีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมายที่ 2 และ 4 สัปดาห์ เท่ากับ 96.67 เปอร์เซ็นต์ ที่ 8 สัปดาห์ เท่ากับ 93.33 และ 96.67 เปอร์เซ็นต์ ที่ 12 สัปดาห์ เท่ากับ 93.33 เปอร์เซ็นต์ ที่ 16 สัปดาห์ เท่ากับ 90.00 เปอร์เซ็นต์ และที่ 20 สัปดาห์ เท่ากับ 86.67 และ 90.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ก้านครีบที่ดึงออกไปจะไม่มีการงอก

ขึ้นมาใหม่บาดแผลในบริเวณที่ดึงก้านครีบหลังและก้านครีบก้นจะหายภายใน 2 สัปดาห์ แต่เนื้อเยื่อระหว่างก้านครีบยังเชื่อมติดกันไม่สมบูรณ์ (ภาพที่ 99 และ 100 ตามลำดับ) ในสัปดาห์ที่ 4 เนื้อเยื่อระหว่างก้านครีบสามารถเชื่อมติดกันได้อย่างสมบูรณ์และก้านครีบที่ดึงออกไปไม่สามารถงอกขึ้นมาใหม่ได้ทำให้เห็นความห่างของก้านครีบ(ก้านครีบที่ 4 ถึง 6) ซึ่งมีความห่างประมาณ 5 มิลลิเมตร (ภาพที่ 101 และ 102 ตามลำดับ) และสามารถค้นพบเครื่องหมายไปจนถึงสัปดาห์ที่ 8, 12, 16 และ 20 (ภาพที่ 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109 และ 110 ตามลำดับ)

การตัดครีบท้องด้านซ้ายและด้านขวา มีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมายที่ 2 และ 4 สัปดาห์ เท่ากับ 93.33 เปอร์เซ็นต์ ที่ 8, 12 และ 16 สัปดาห์ เท่ากับ 63.33 และ 66.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่ 20 สัปดาห์ เท่ากับ 60.00 และ 63.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 14) เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ บาดแผลจากการตัดครีบจะหายสนิทและครีบที่ตัดจะเริ่มงอกขึ้นมาใหม่ (ภาพที่ 111 และ 112 ตามลำดับ) ในสัปดาห์ที่ 4 ครีบที่งอกขึ้นมาใหม่จะมีลักษณะสั้นกว่าครีบที่ไม่ตัด หรือมีลักษณะคดงอทำให้สามารถแยกความแตกต่างออกได้ (ภาพที่ 113 และ 114 ตามลำดับ) ในสัปดาห์ที่ 8 ครีบที่ตัดจะมีลักษณะสั้นและคดงอมากยิ่งขึ้น จนเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 115 และ 116 ตามลำดับ) แต่ไม่สามารถค้นพบได้ทุกตัว เนื่องจากในปลาบางตัวครีบที่ตัดมีการงอกจนไม่สามารถแยกความแตกต่างออกได้ แต่ครีบที่มีลักษณะสั้นหรือคดงอสามารถค้นพบเครื่องหมายไปจนถึงสัปดาห์ที่ 12, 16 และ 20 (ภาพที่ 117, 118, 119, 120, 121 และ 122 ตามลำดับ)

ส่วนการตัดครีบอกด้านซ้ายและด้านขวา จากการทดลอง ครีบที่ตัดสามารถงอกขึ้นมาใหม่ได้ใน 2 สัปดาห์ จึงไม่สามารถค้นพบเครื่องหมายได้

3.3 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

จากการทดลอง พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมาย (ชุดควบคุม) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับกลุ่มปลาที่ทำเครื่องหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นที่ 2 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 126.29 ถึง 177.20 เปอร์เซ็นต์ ที่ 4 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 397.98 ถึง 527.56 เปอร์เซ็นต์ ที่ 8 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 756.49 ถึง 856.74 เปอร์เซ็นต์ ที่ 12 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 1142.85 ถึง 1324.32 เปอร์เซ็นต์ ที่ 16 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 1279.38 ถึง 1449.13 เปอร์เซ็นต์ และที่ 20 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 1247.62 ถึง 1375.18 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 13 อัตรารอดตายของปลาที่ทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบและตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย

รูปแบบของการทำเครื่องหมาย	อัตรารอดตาย (เปอร์เซ็นต์)					
	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	12 สัปดาห์	16 สัปดาห์	20 สัปดาห์
ตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	90.00±0.00 [a]	86.67±5.77 [a]
ตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2	93.33±11.55 [a]	93.33±11.55 [a]	93.33±11.55 [a]	93.33±11.55 [a]	90.00±10.00 [a]	90.00±10.00 [a]
ดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5	96.67±5.77 [a]	96.67±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	90.00±5.77 [a]	86.67±15.28 [a]
ดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5	96.67±5.77 [a]	96.67±5.77 [a]	96.67±5.77 [a]	93.33±11.55 [a]	90.00±10.00 [a]	90.00±10.00 [a]
ตัดครีบท้องซ้าย	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	90.00±0.00 [a]	86.67±5.77 [a]
ตัดครีบท้องขวา	93.33±11.55 [a]	93.33±11.55 [a]	93.33±11.55 [a]	93.33±11.55 [a]	90.00±17.32 [a]	86.67±15.28 [a]
ตัดครีบอกซ้าย	100 [a]	100 [a]	96.67±5.77 [a]	96.67±5.77 [a]		
ตัดครีบอกขวา	100 [a]	96.67±5.77 [a]	96.67±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]		
ชุดควบคุม	100 [a]	100 [a]	96.67±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	90.00±0.00 [a]	90.00±0.00 [a]

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ย ± S.D. จากข้อมูล 3 ซ้ำ

2) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ (a) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3) กรณีที่เว้นว่างทำการทดลองเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ เนื่องจากไม่สามารถค้นพบเครื่องหมาย

ตารางที่ 14 อัตราความคงทนของการทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบและตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย

รูปแบบของการทำเครื่องหมาย	ความคงทนของเครื่องหมาย (เปอร์เซ็นต์)					
	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	12 สัปดาห์	16 สัปดาห์	20 สัปดาห์
ตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	90.00±0.00 [a]	86.67±5.77 [a]
ตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2	93.33±11.55 [a]	93.33±11.55 [a]	93.33±11.55 [a]	93.33±11.55 [a]	90.00±10.00 [a]	90.00±10.00 [a]
ดึงก้านครีบหลัง	96.67±5.77 [a]	96.67±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	90.00±5.77 [a]	86.67±15.28 [a]
ดึงก้านครีบก้น	96.67±5.77 [a]	96.67±5.77 [a]	96.67±5.77 [a]	93.33±11.55 [a]	90.00±10.00 [a]	90.00±10.00 [a]
ตัดครีบท้องซ้าย	93.33±5.77 [a]	93.33±5.77 [a]	63.33±5.77 [b]	63.33±5.77 [b]	63.33±5.77 [b]	60.00±00.00 [b]
ตัดครีบท้องขวา	93.33±11.55 [a]	93.33±11.55 [a]	66.67±5.77 [b]	66.67±5.77 [b]	66.67±5.77 [b]	63.33±5.77 [b]
ตัดครีบอกซ้าย	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย		
ตัดครีบอกขวา	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย	ไม่พบเครื่องหมาย		

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ย ± S.D. จากข้อมูล 3 ซ้ำ

2) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรต่างกันกำกับ (a และ b) มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3) กรณีที่เว้นว่างทำการทดลองเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ เนื่องจากไม่สามารถค้นพบเครื่องหมาย

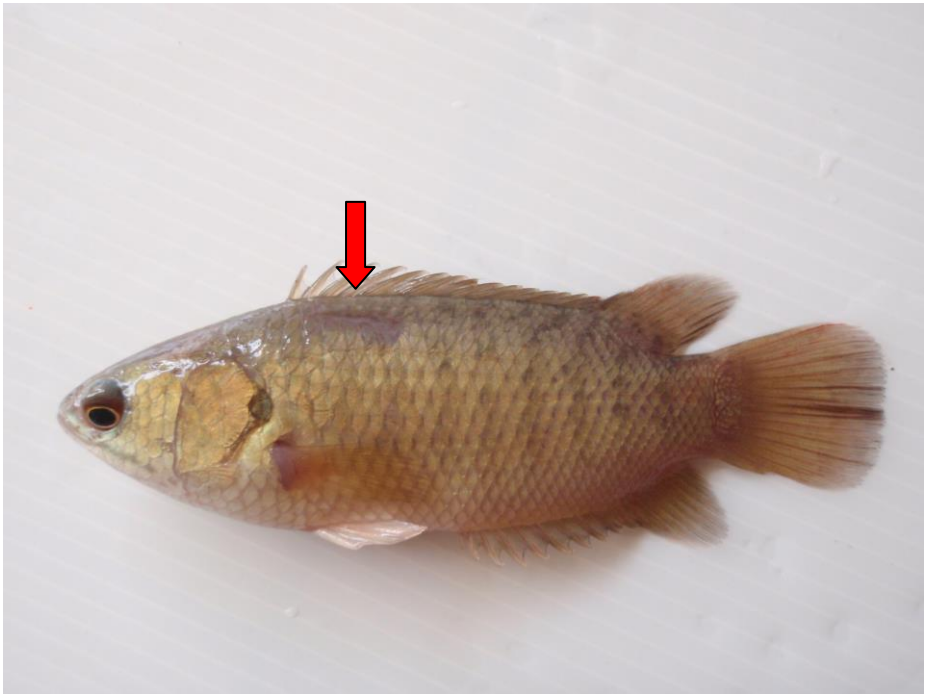
ตารางที่ 15 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาหมอไทยที่ทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบและตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย

รูปแบบของการทำเครื่องหมาย	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์)					
	0 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์	12 สัปดาห์	16 สัปดาห์	20 สัปดาห์
ตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1	6.47±0.42 [a]	132.53±10.89 [a]	433.03±27.98 [a]	817.66±60.04 [a]	1268.71±63.48 [a]	1384.78±54.80 [a]	1322.68±52.65 [a]
ตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2	6.67±0.35 [a]	130.50±36.46 [a]	437.96±101.87 [a]	854.66±135.28 [a]	1240.11±171.77 [a]	1414.04±170.87 [a]	1337.57±147.74 [a]
ดึงก้านครีบหลัง	6.60±0.36 [a]	136.53±37.94 [a]	428.80±106.22 [a]	804.98±174.57 [a]	1193.87±229.11 [a]	1352.27±193.41 [a]	1310.25±216.67 [a]
ดึงก้านครีบก้น	6.87±0.51 [a]	129.33±52.93 [a]	410.17±126.93 [a]	760.23±225.87 [a]	1163.43±274.97 [a]	1279.38±212.33 [a]	1247.62±236.88 [a]
ตัดครีบท้องซ้าย	6.43±0.32 [a]	148.73±15.45 [a]	479.93±44.12 [a]	821.19±96.44 [a]	1209.68±82.73 [a]	1350.18±49.15 [a]	1269.87±33.74 [a]
ตัดครีบท้องขวา	6.57±0.51 [a]	141.32±28.64 [a]	444.81±62.58 [a]	809.25±125.74 [a]	1210.25±157.49 [a]	1347.64±166.25 [a]	1261.26±148.36 [a]
ตัดครีบอกซ้าย	6.47±0.32 [a]	177.20±31.86 [a]	527.56±74.08 [a]	882.19±85.26 [a]	1324.32±129.26 [a]		
ตัดครีบอกขวา	6.73±0.25 [a]	126.29±36.75 [a]	397.98±80.01 [a]	756.49±120.96 [a]	1142.85±180.30 [a]		
ชุดควบคุม	6.57±0.59 [a]	145.16±20.07 [a]	444.98±25.7 [a]	856.74±119.44 [a]	1288.71±222.59 [a]	1449.13±149.10 [a]	1375.18±142.95 [a]

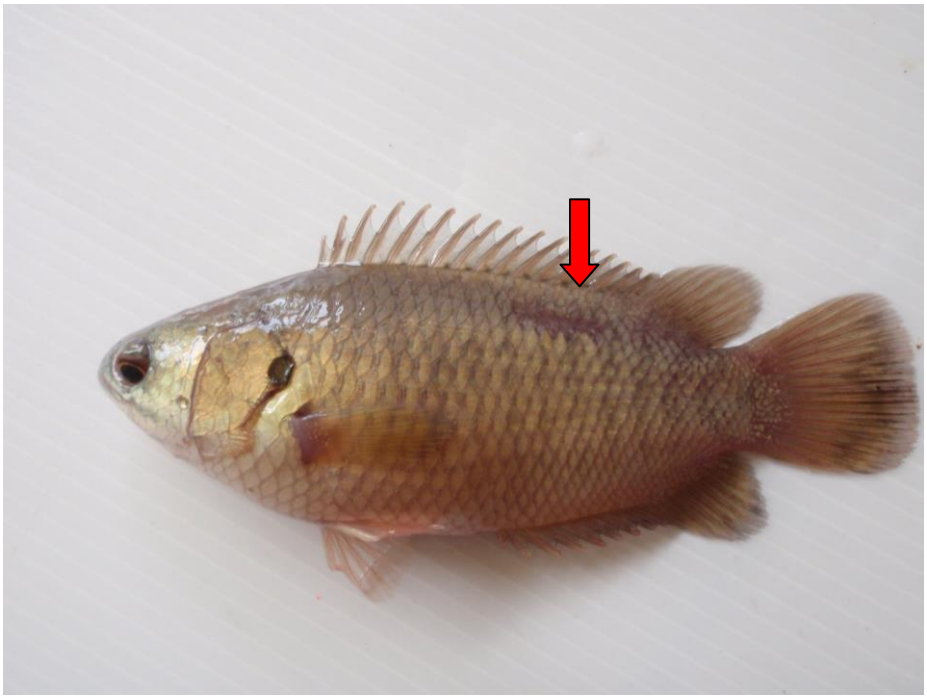
หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ย ± S.D. จากข้อมูล 3 ซ้ำ

2) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ (a) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

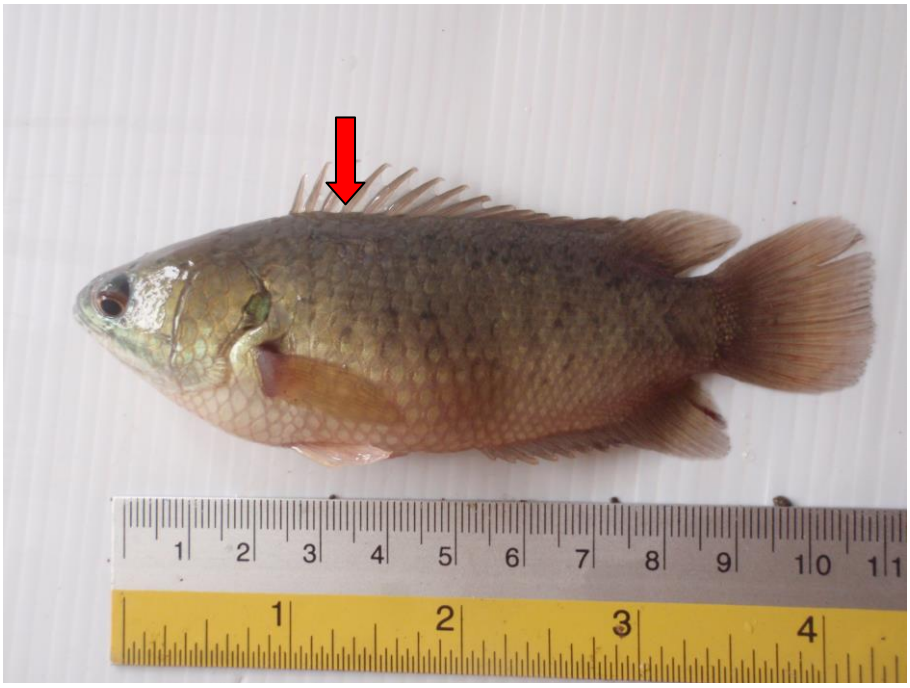
3) กรณีที่เว้นว่างทำการทดลองเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ เนื่องจากไม่สามารถค้นพบเครื่องหมาย



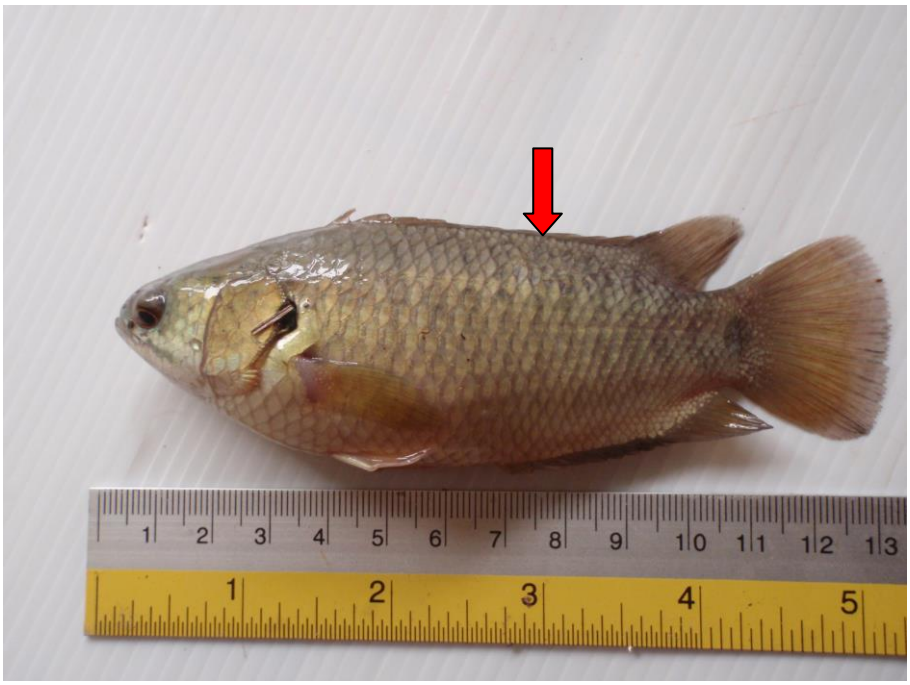
ภาพที่ 87 ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 ในระยะเวลา 2 สัปดาห์



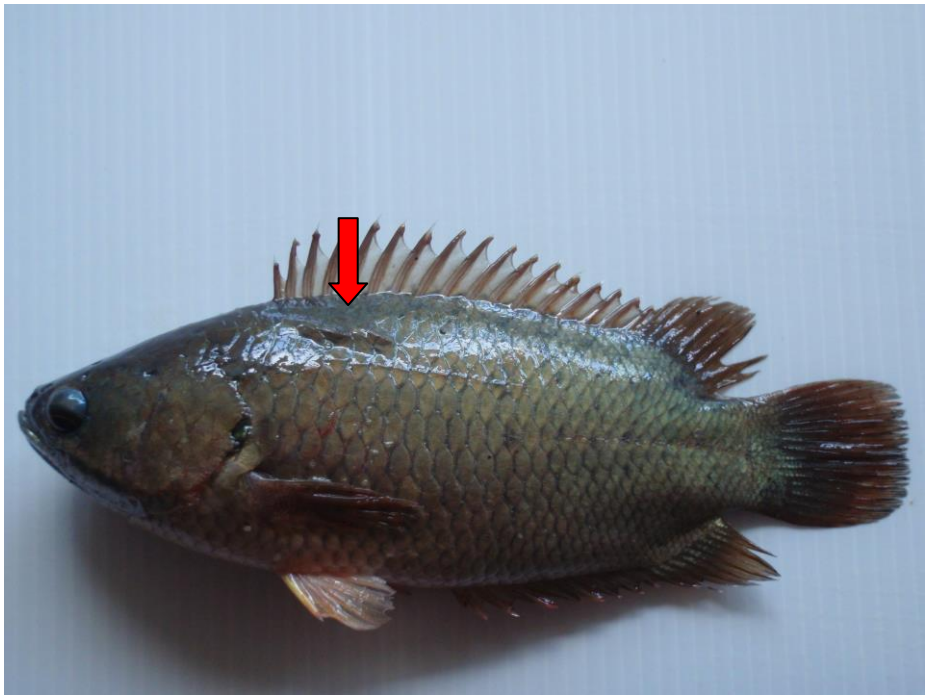
ภาพที่ 88 ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2 ในระยะเวลา 2 สัปดาห์



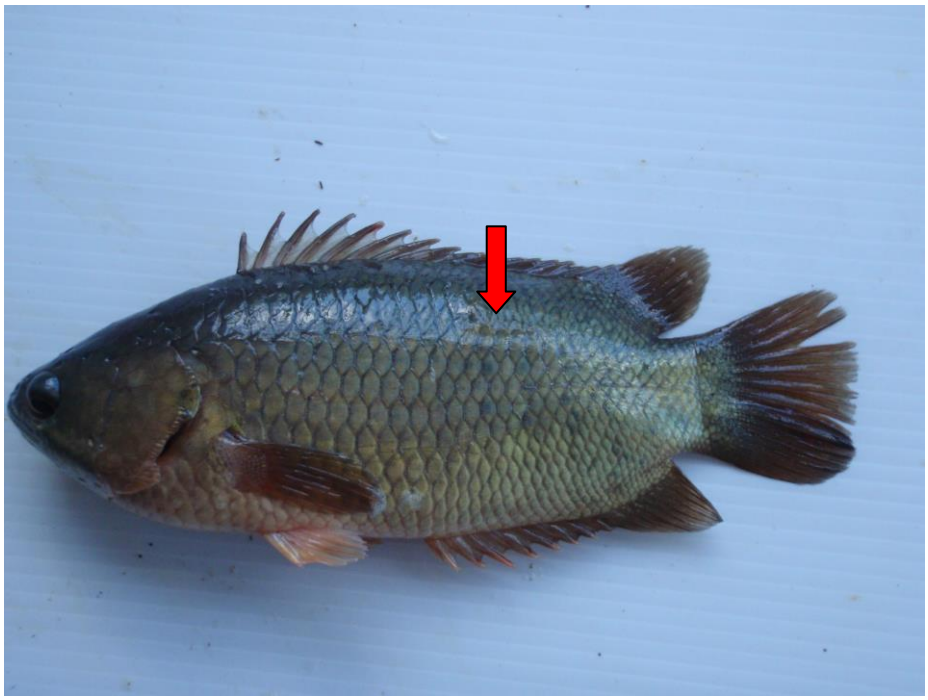
ภาพที่ 89 ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 ในระยะเวลา 4 สัปดาห์



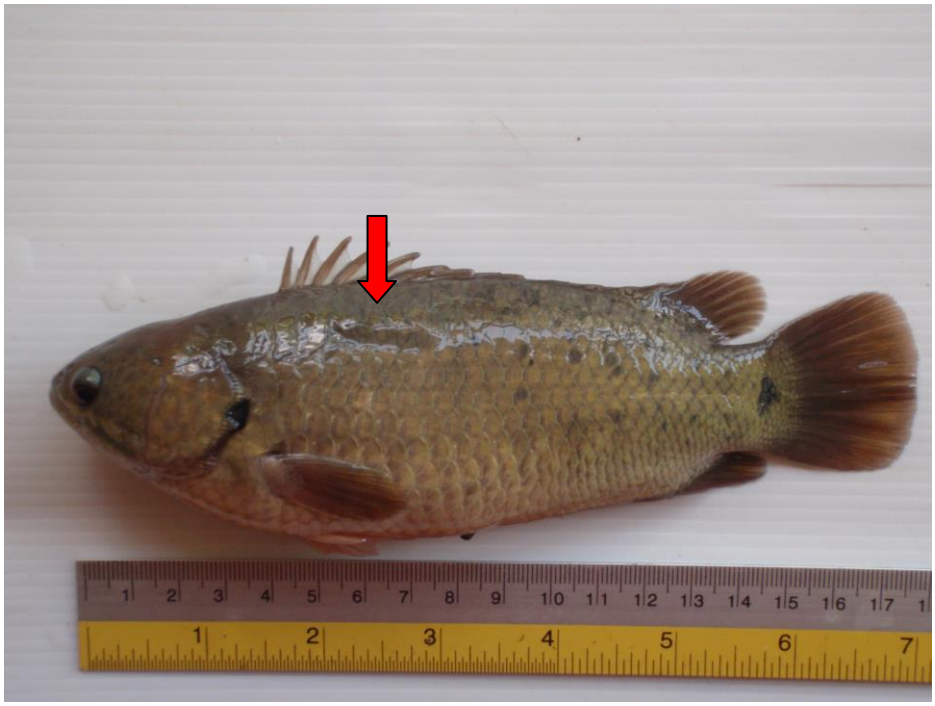
ภาพที่ 90 ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2 ในระยะเวลา 4 สัปดาห์



ภาพที่ 91 ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 ในระยะเวลา 8 สัปดาห์

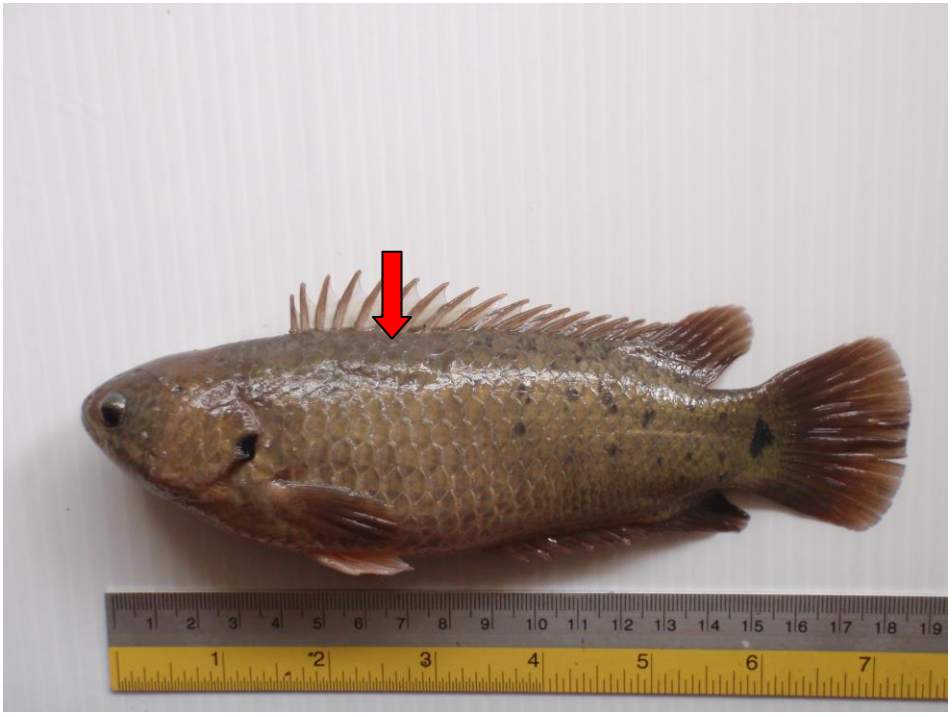


ภาพที่ 92 ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2 ในระยะเวลา 8 สัปดาห์

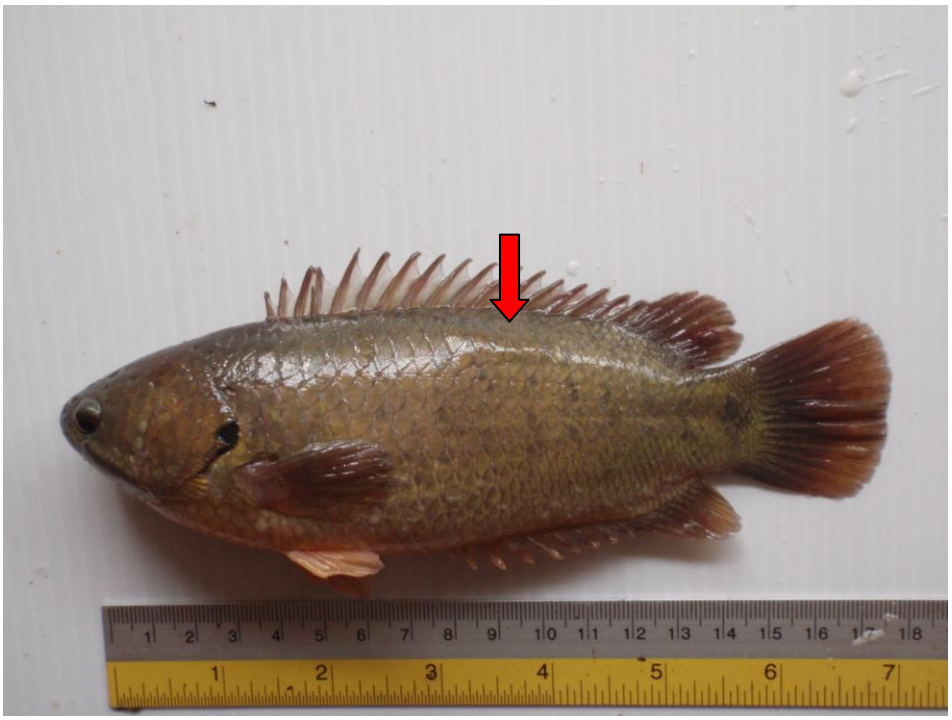


ภาพที่ 93 ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 ในระยะเวลา 12 สัปดาห์

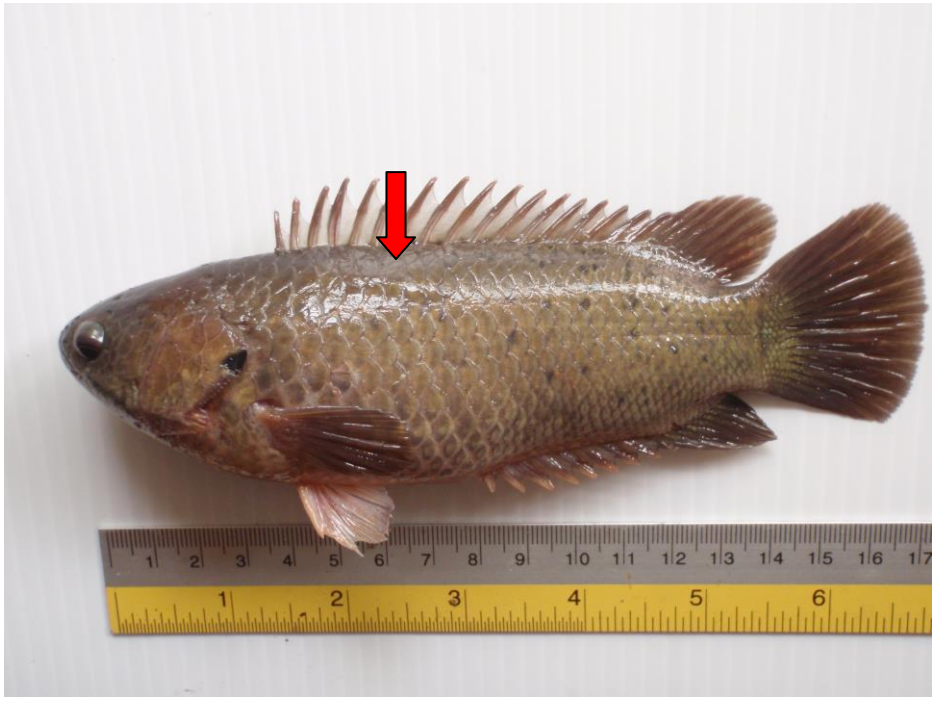
ภาพที่ 94 ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2 ในระยะเวลา 12 สัปดาห์



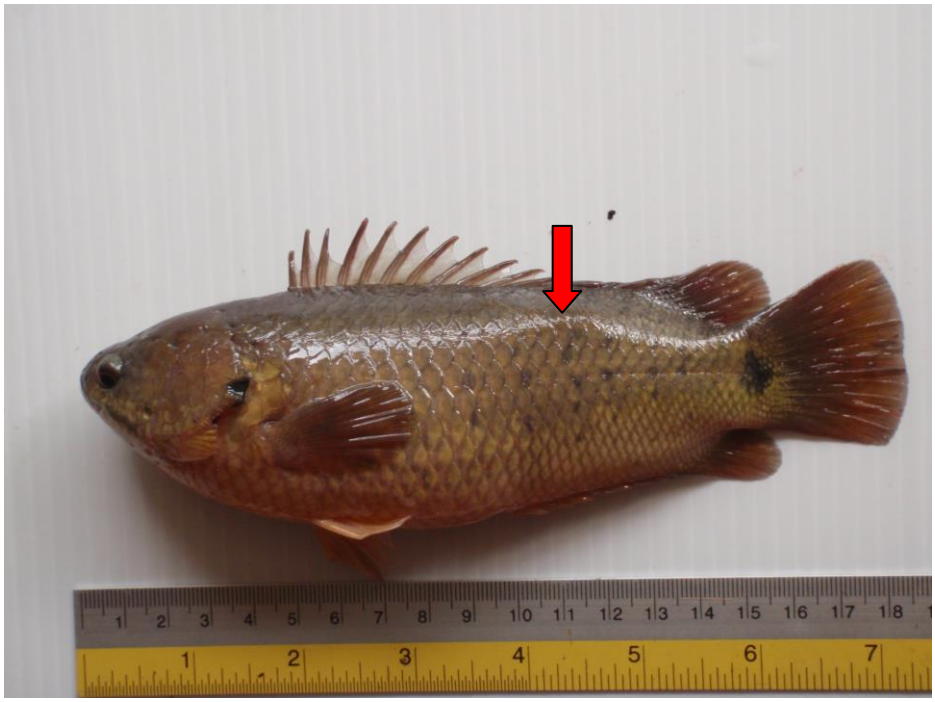
ภาพที่ 95 ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 ในระยะเวลา 16 สัปดาห์



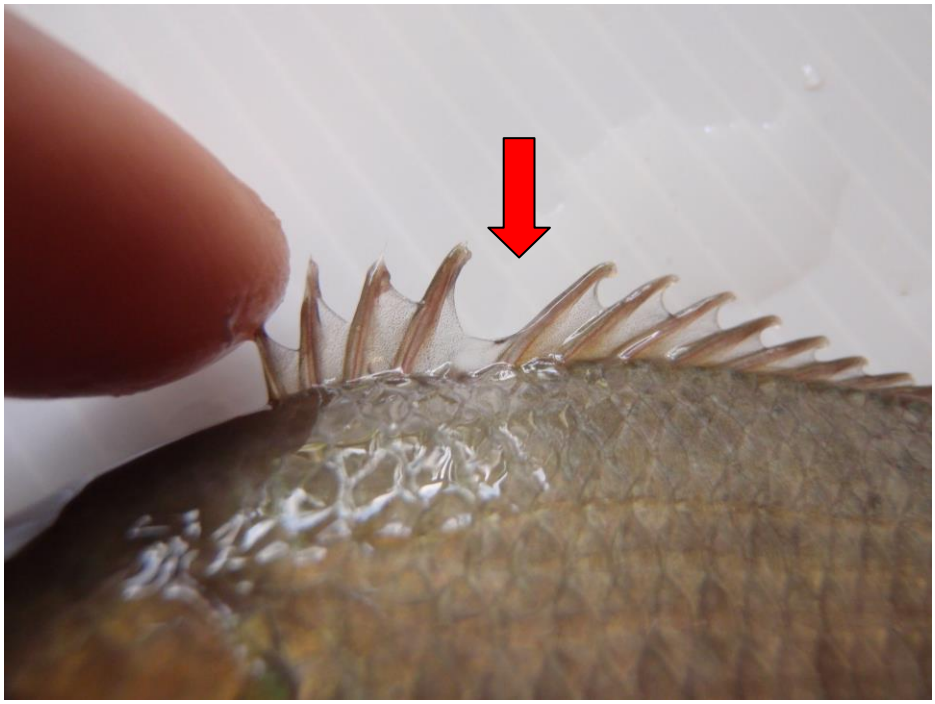
ภาพที่ 96 ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2 ในระยะเวลา 16 สัปดาห์



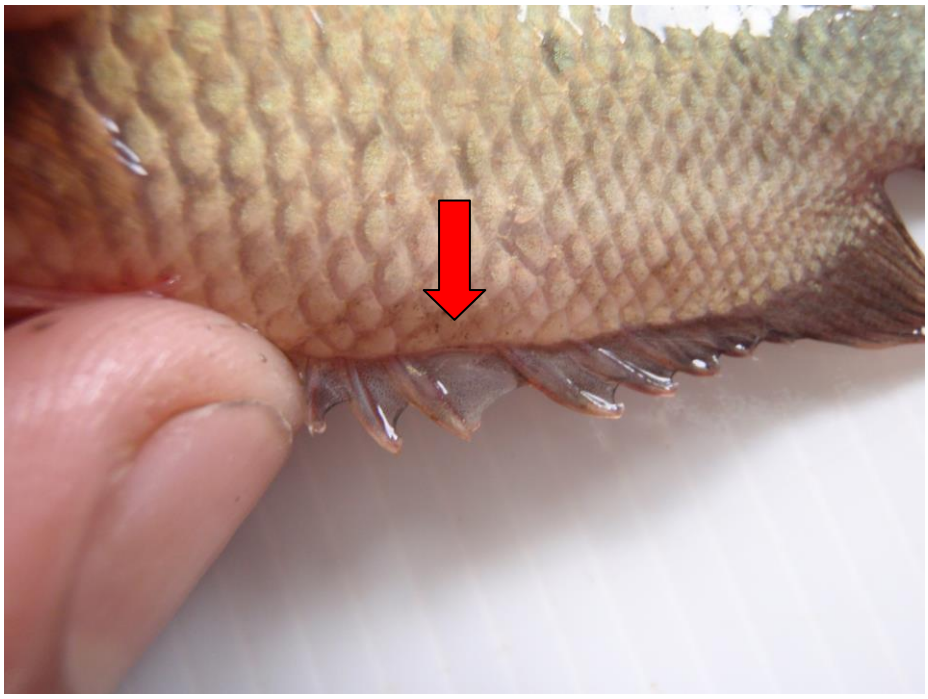
ภาพที่ 97 ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 ในระยะเวลา 20 สัปดาห์



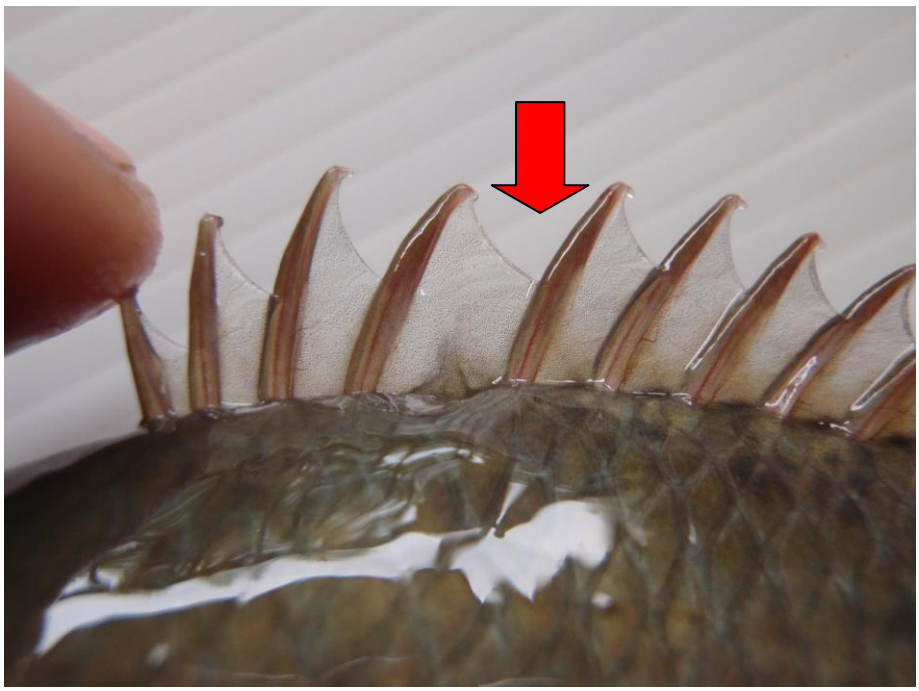
ภาพที่ 98 ผลของการตีตราร้อนตำแหน่งที่ 2 ในระยะเวลา 20 สัปดาห์



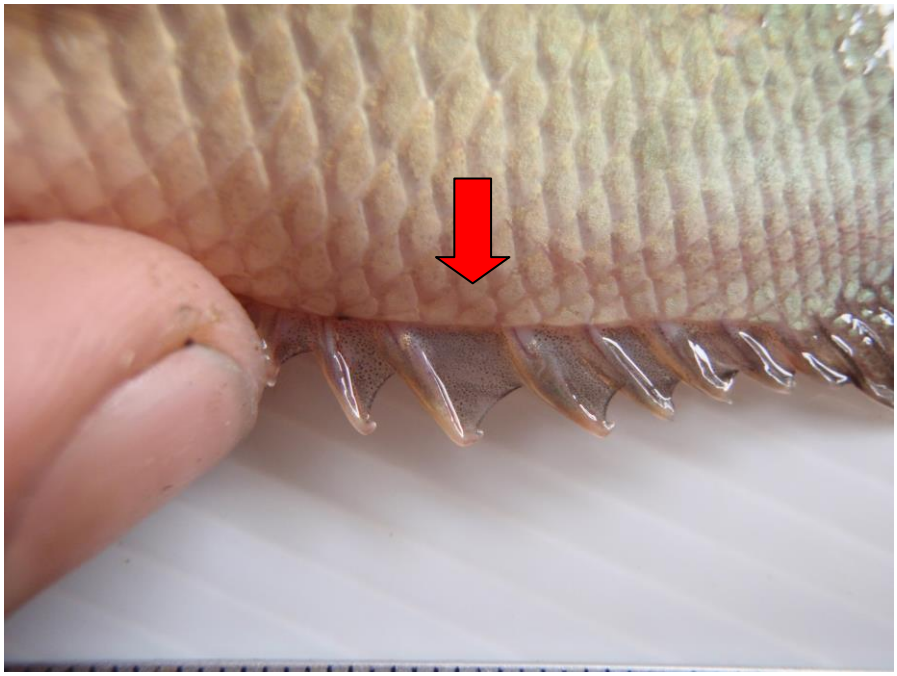
ภาพที่ 99 ผลของการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 2 สัปดาห์



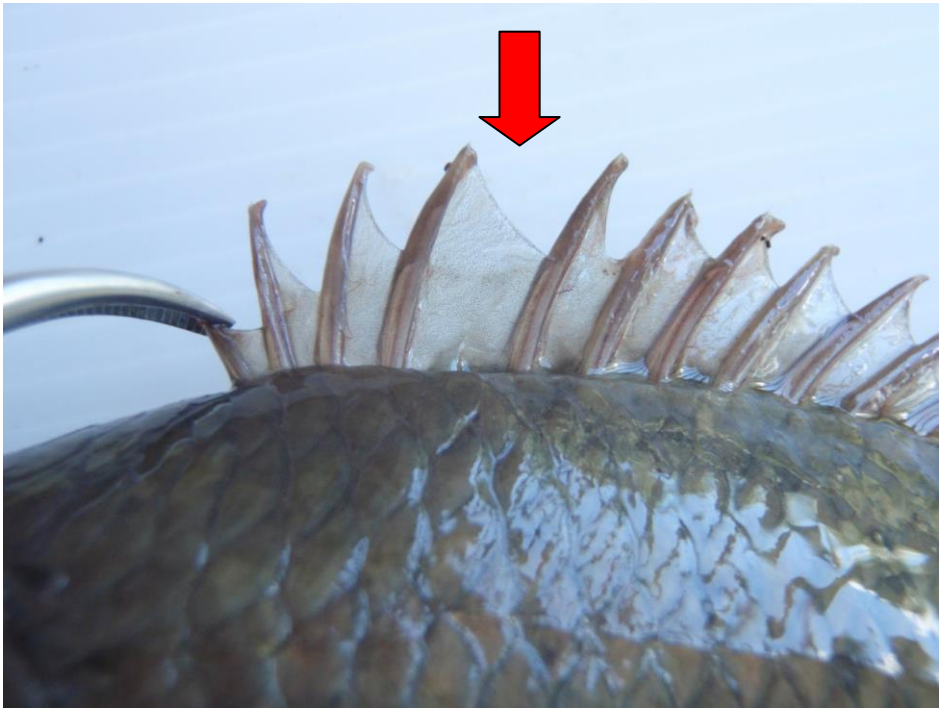
ภาพที่ 100 ผลของการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 2 สัปดาห์



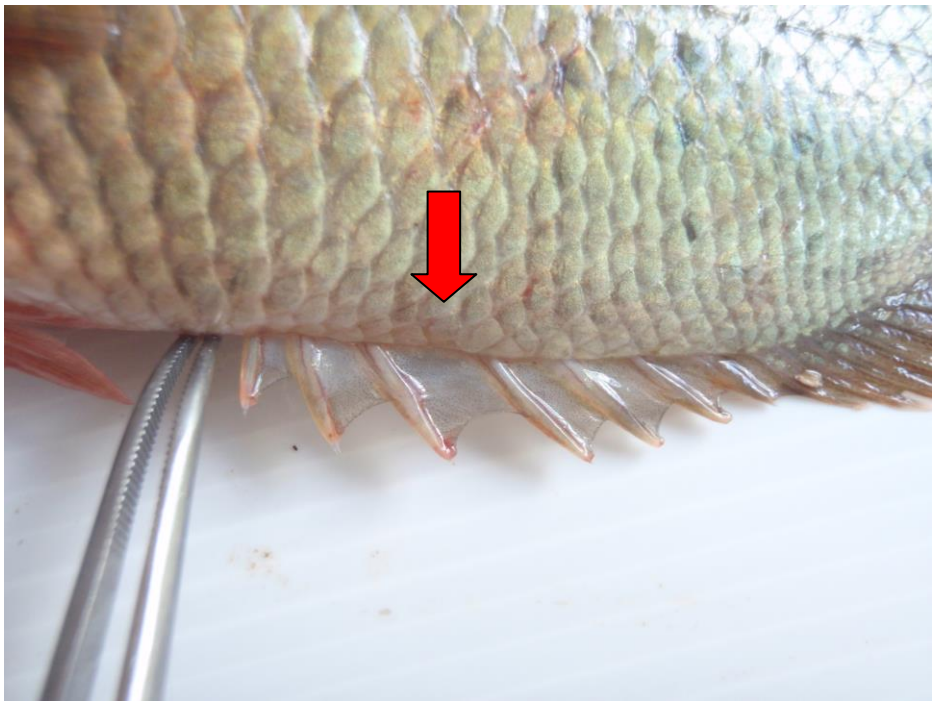
ภาพที่ 101 ผลของการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 4 สัปดาห์



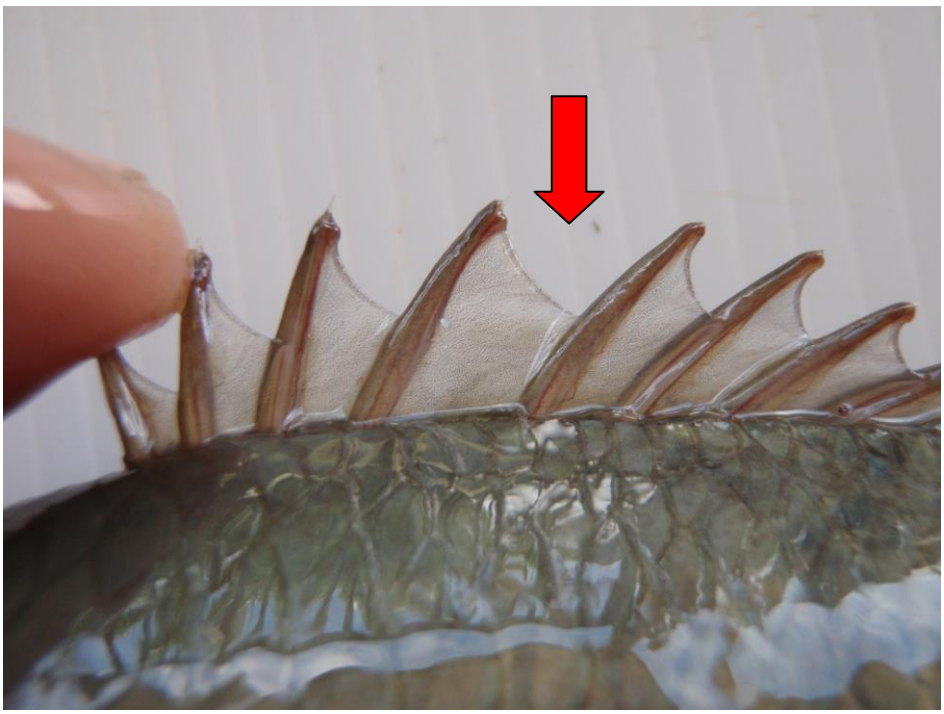
ภาพที่ 102 ผลของการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 4 สัปดาห์



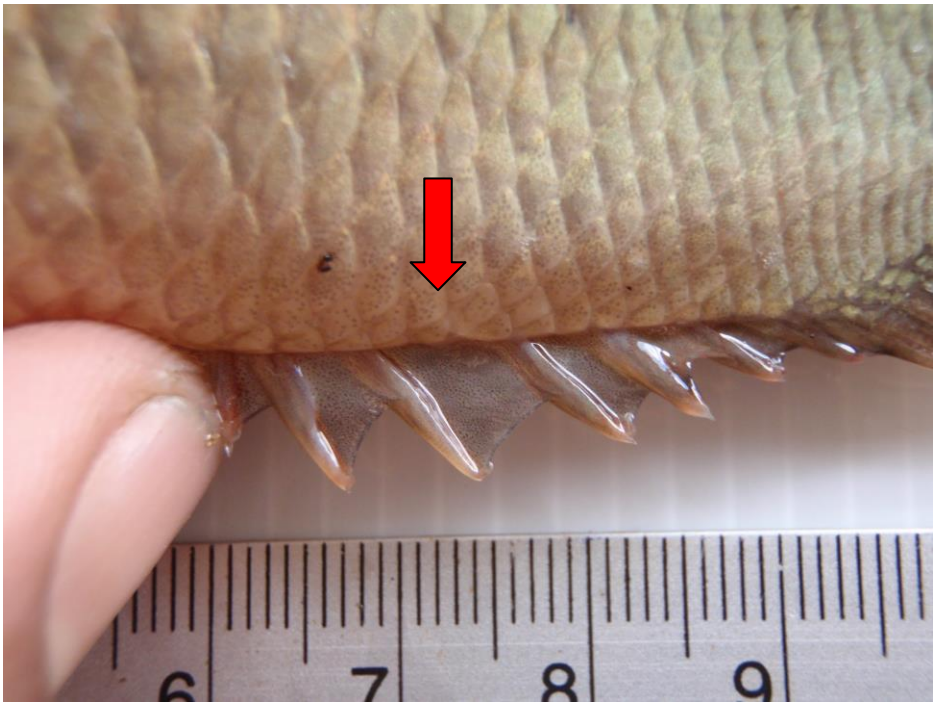
ภาพที่ 103 ผลของการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 8 สัปดาห์



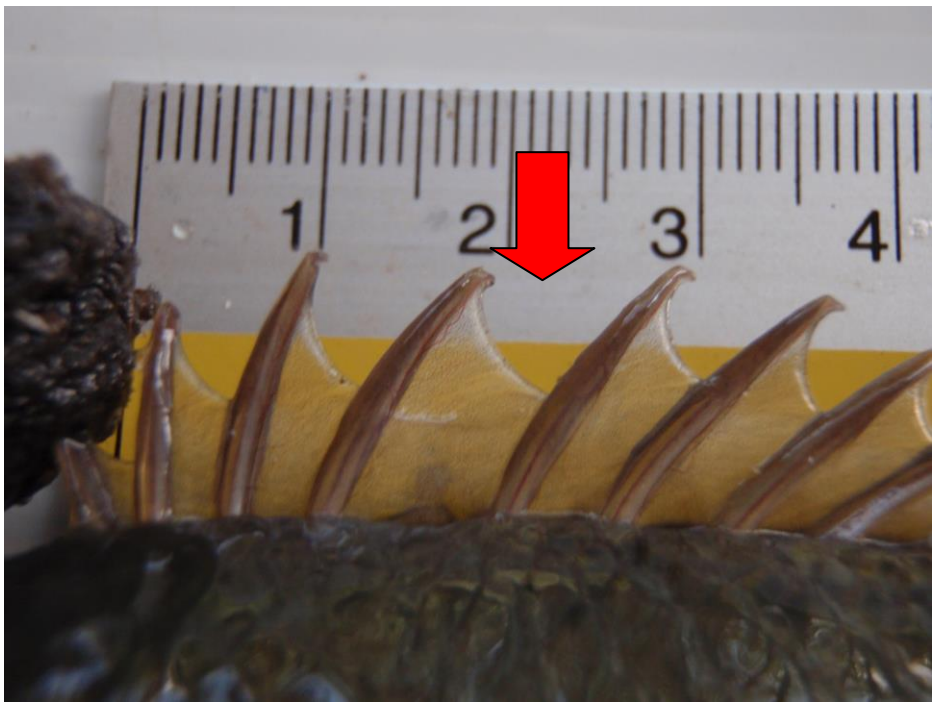
ภาพที่ 104 ผลของการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 8 สัปดาห์



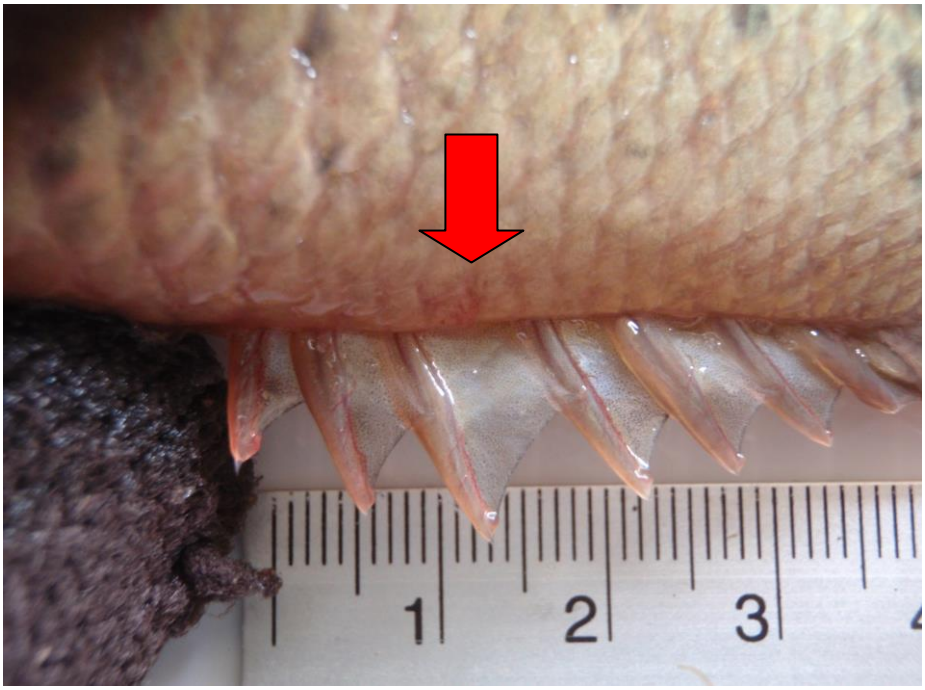
ภาพที่ 105 ผลของการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 12 สัปดาห์



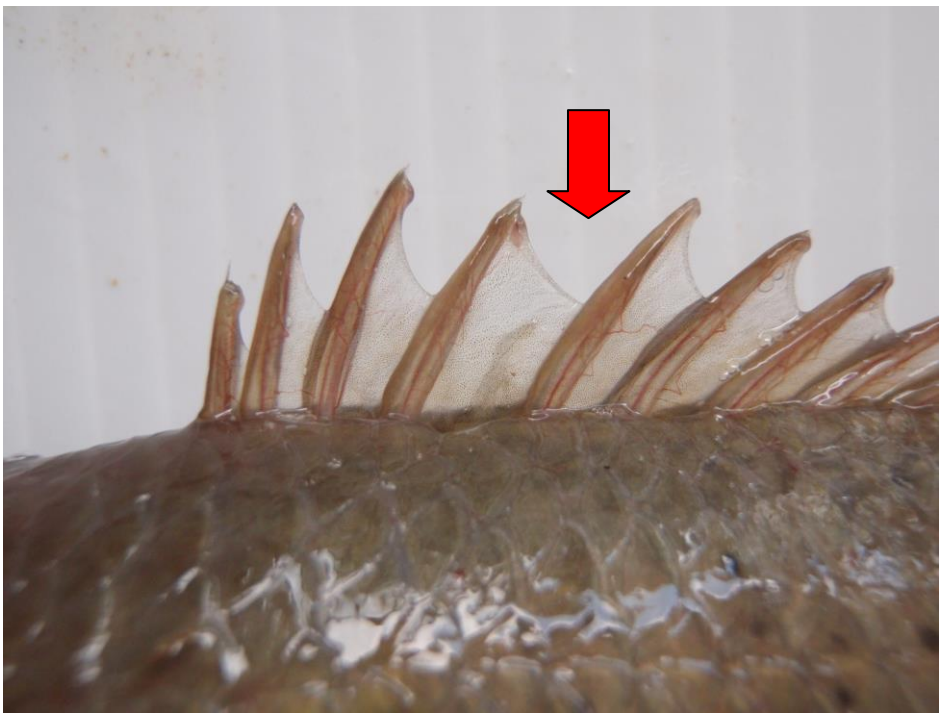
ภาพที่ 106 ผลของการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 12 สัปดาห์



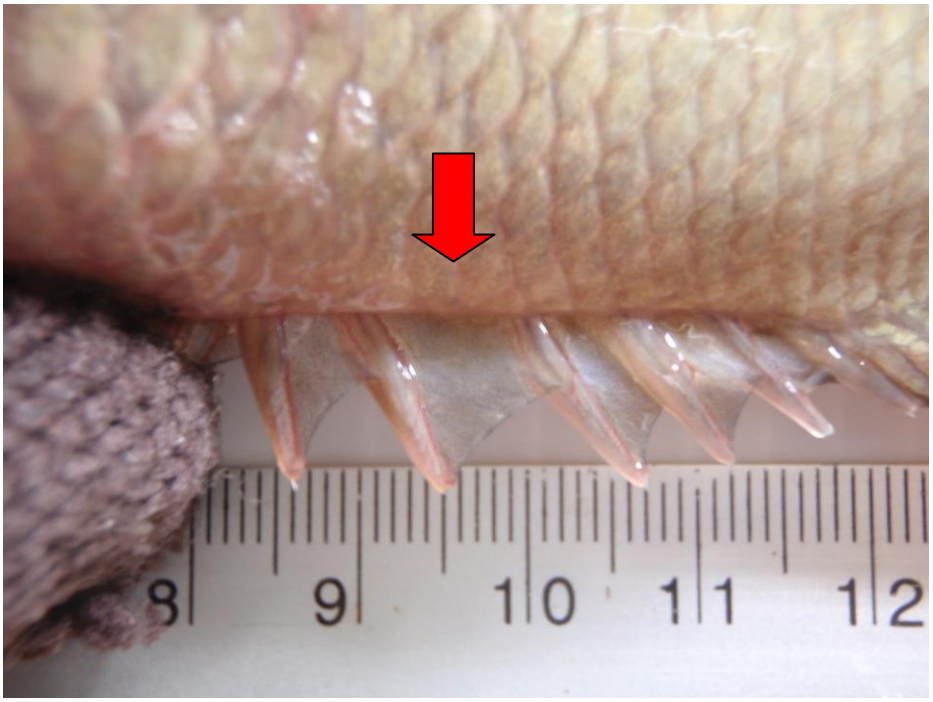
ภาพที่ 107 ผลของการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 16 สัปดาห์



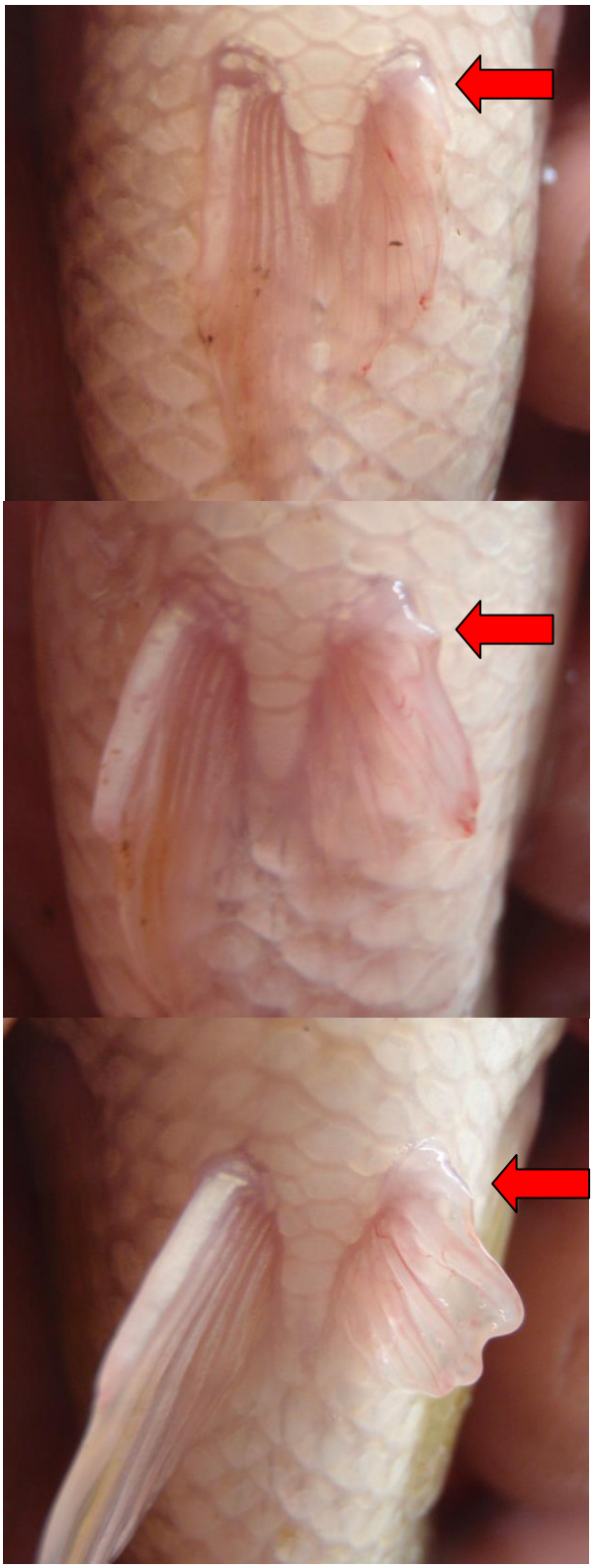
ภาพที่ 108 ผลของการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 16 สัปดาห์



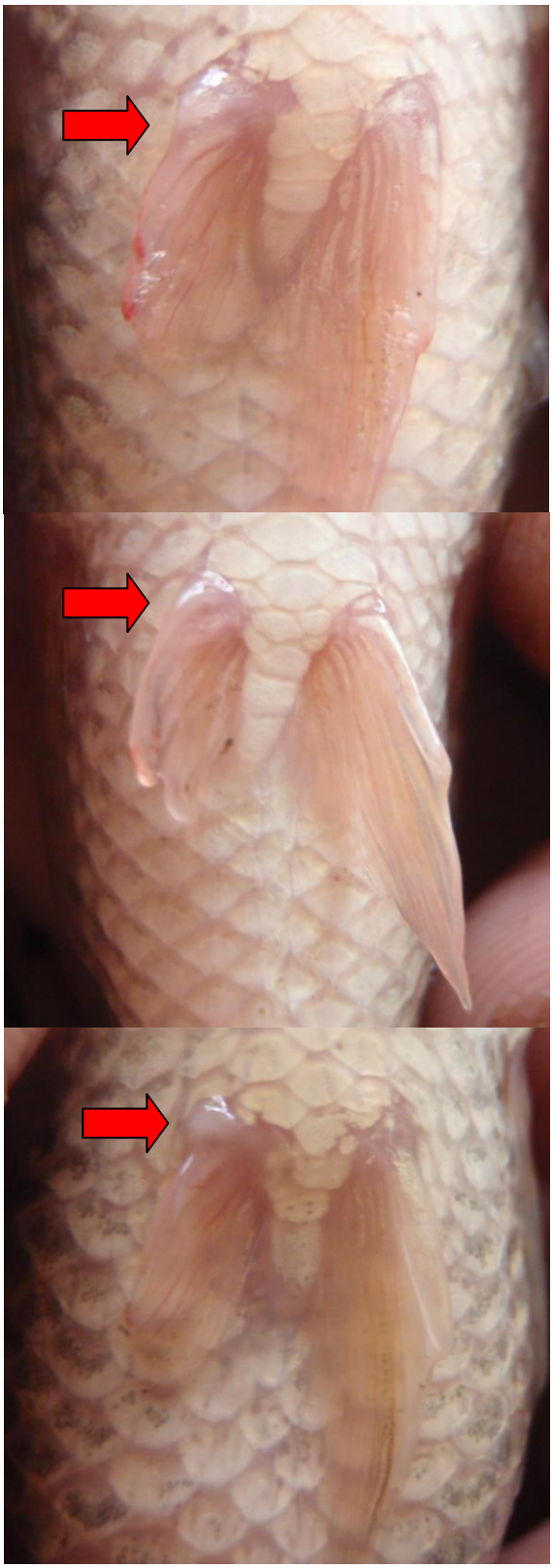
ภาพที่ 109 ผลของการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 20 สัปดาห์



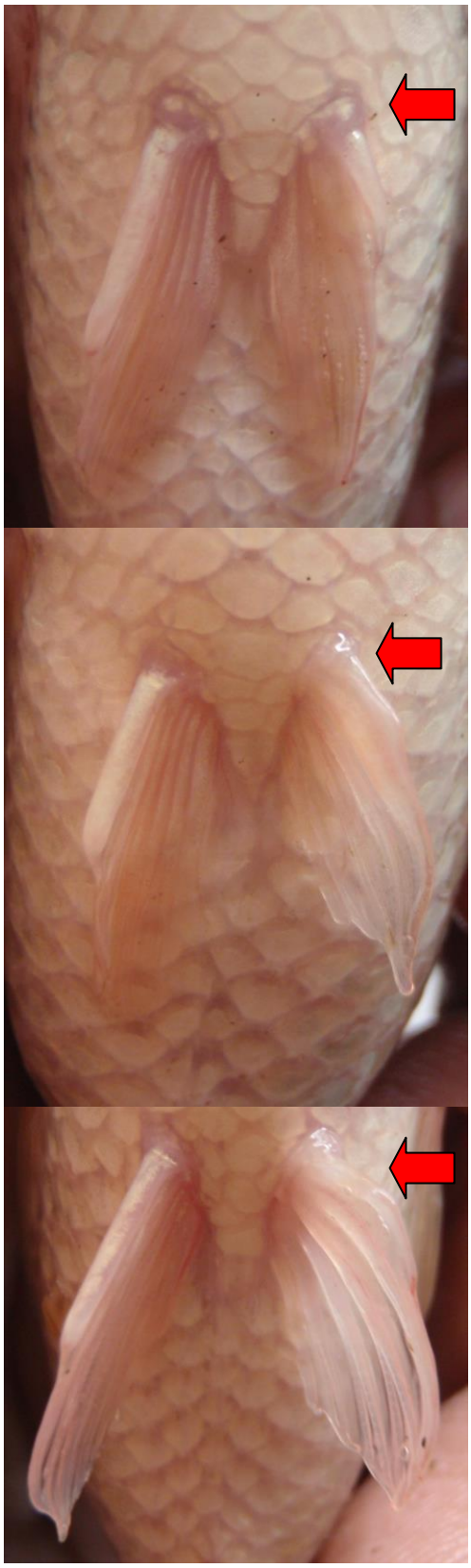
ภาพที่ 110 ผลของการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 20 สัปดาห์



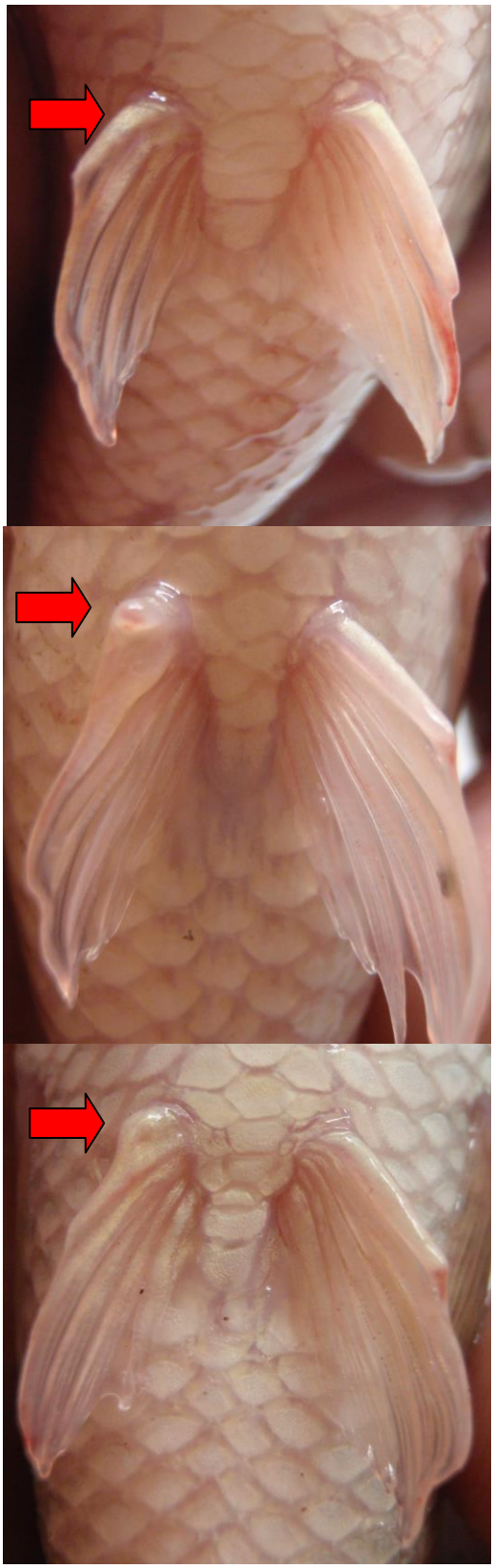
ภาพที่ 111 ผลของการตัดครีบท้องด้านซ้ายในระยะเวลา 2 สัปดาห์



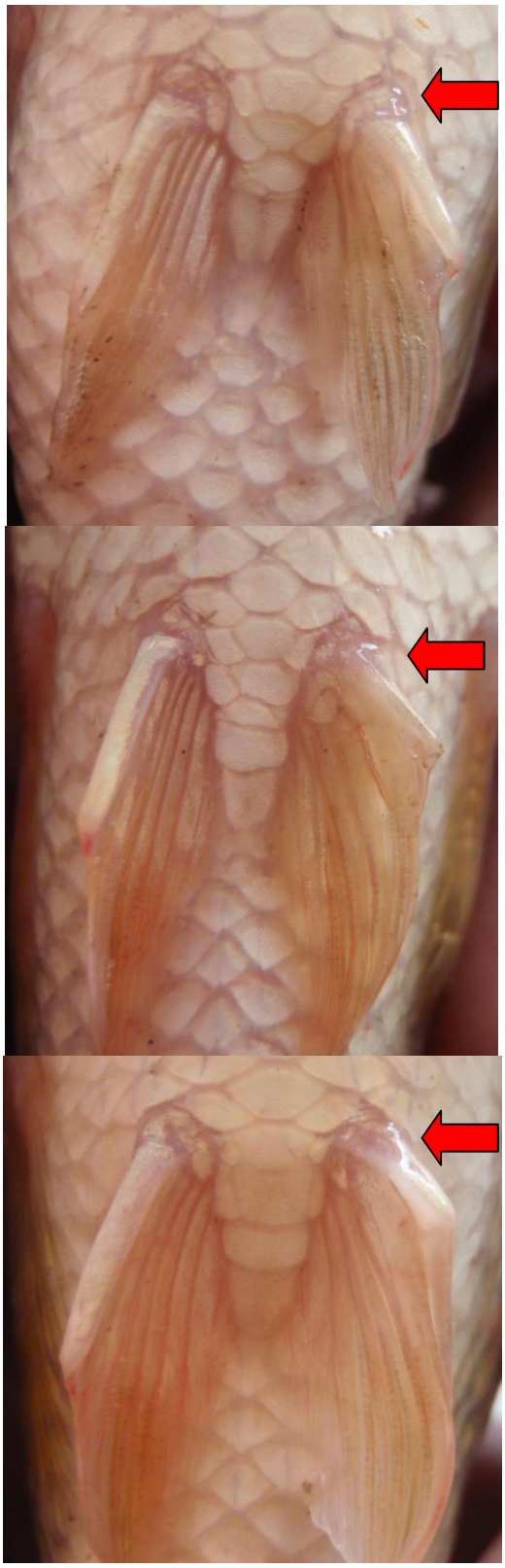
ภาพที่ 112 ผลของการตัดครีบท้องด้านขวาในระยะเวลา 2 สัปดาห์



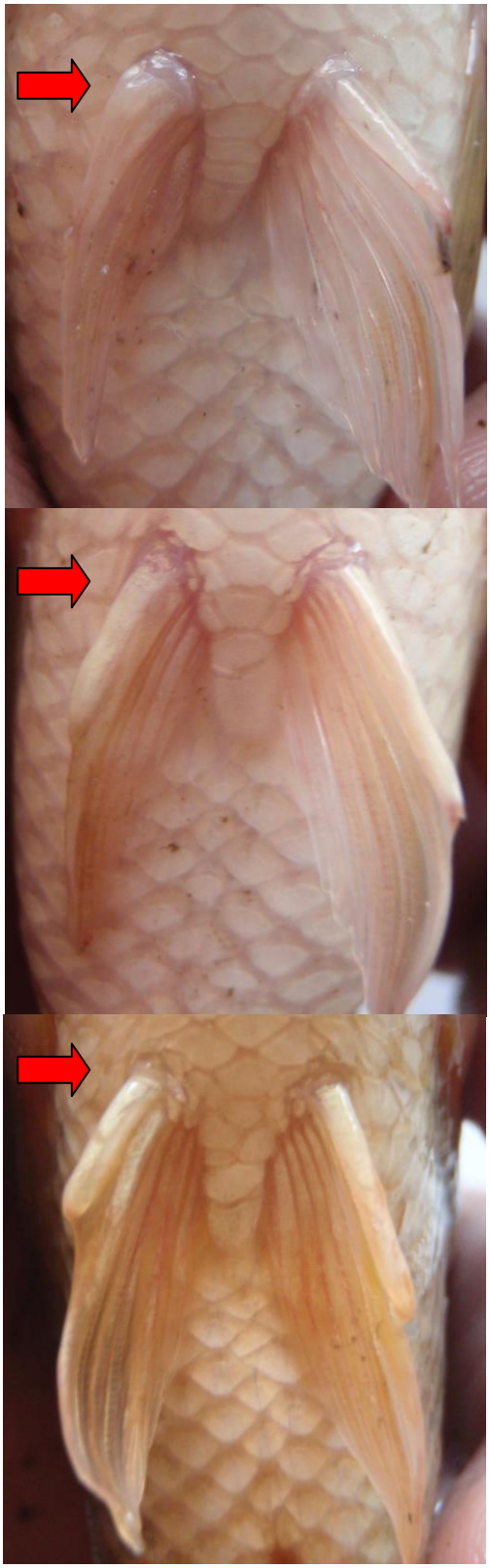
ภาพที่ 113 ผลของการตัดครีบท้องด้านซ้ายในระยะเวลา 4 สัปดาห์



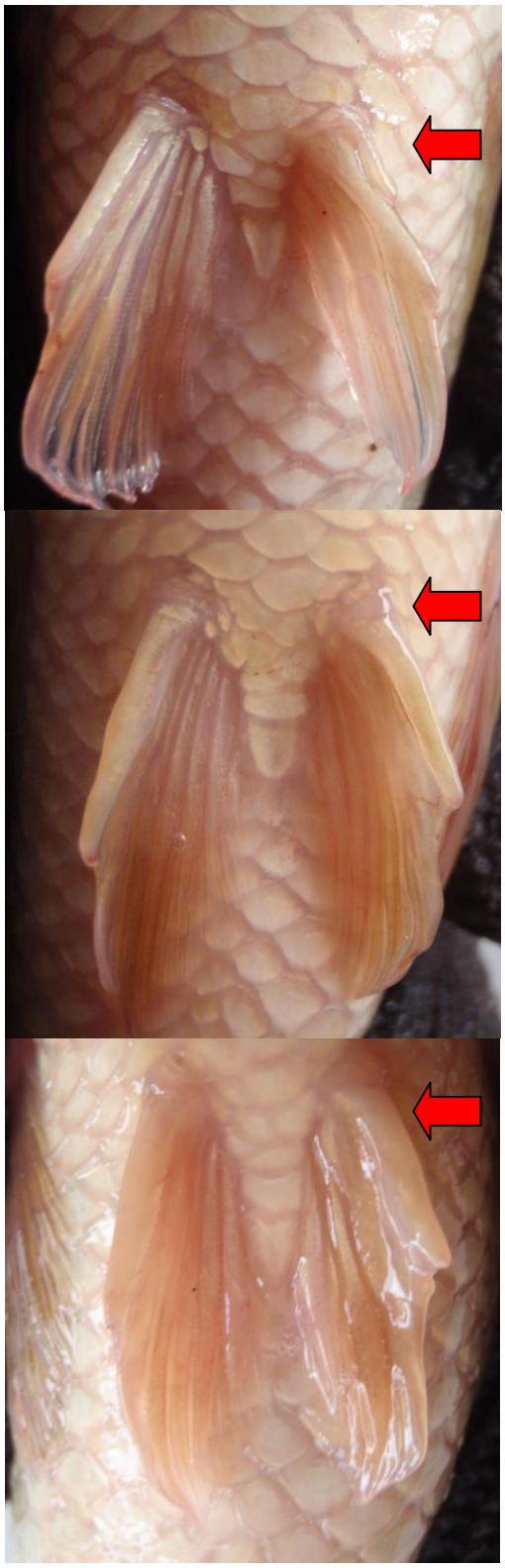
ภาพที่ 114 ผลของการตัดครีบท้องด้านขวาในระยะเวลา 4 สัปดาห์



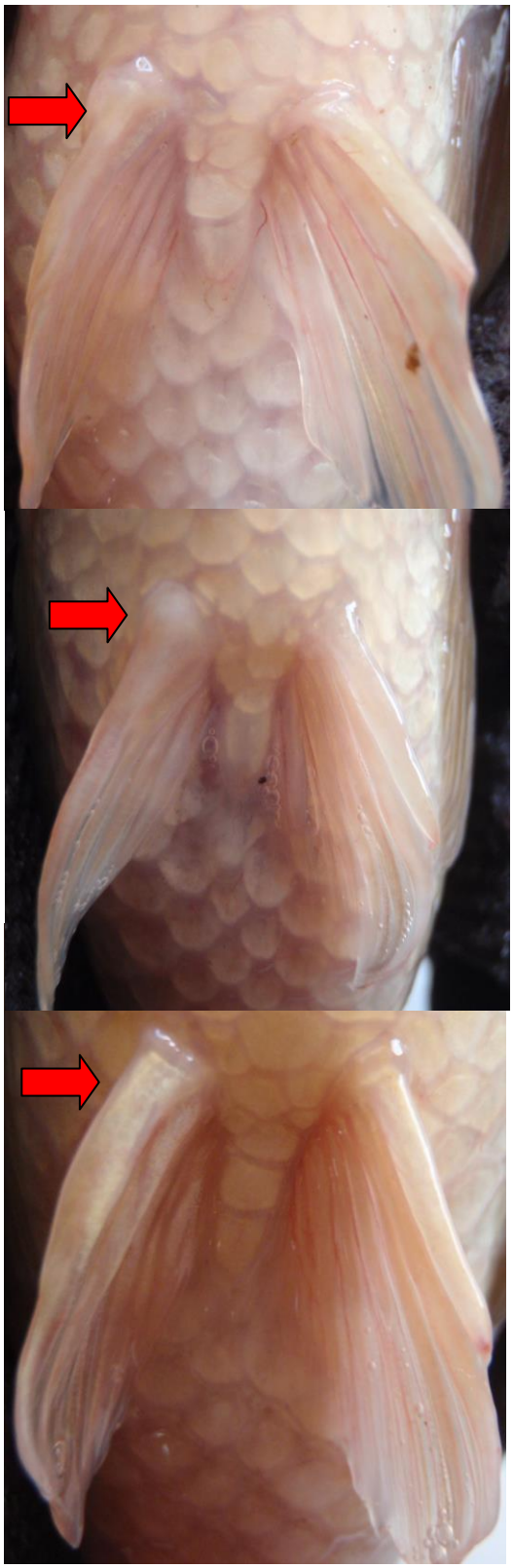
ภาพที่ 115 ผลของการตัดครีบท้องด้านซ้ายในระยะเวลา 8 สัปดาห์



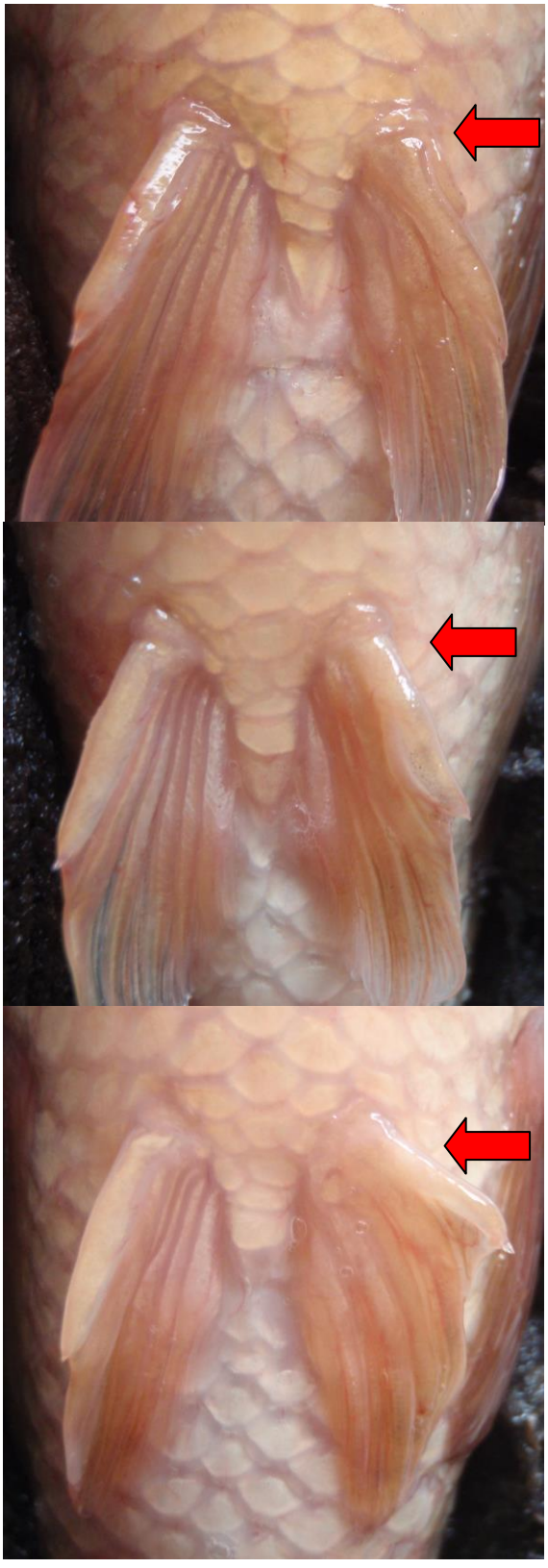
ภาพที่ 116 ผลของการตัดครีบท้องด้านขวาในระยะเวลา 8 สัปดาห์



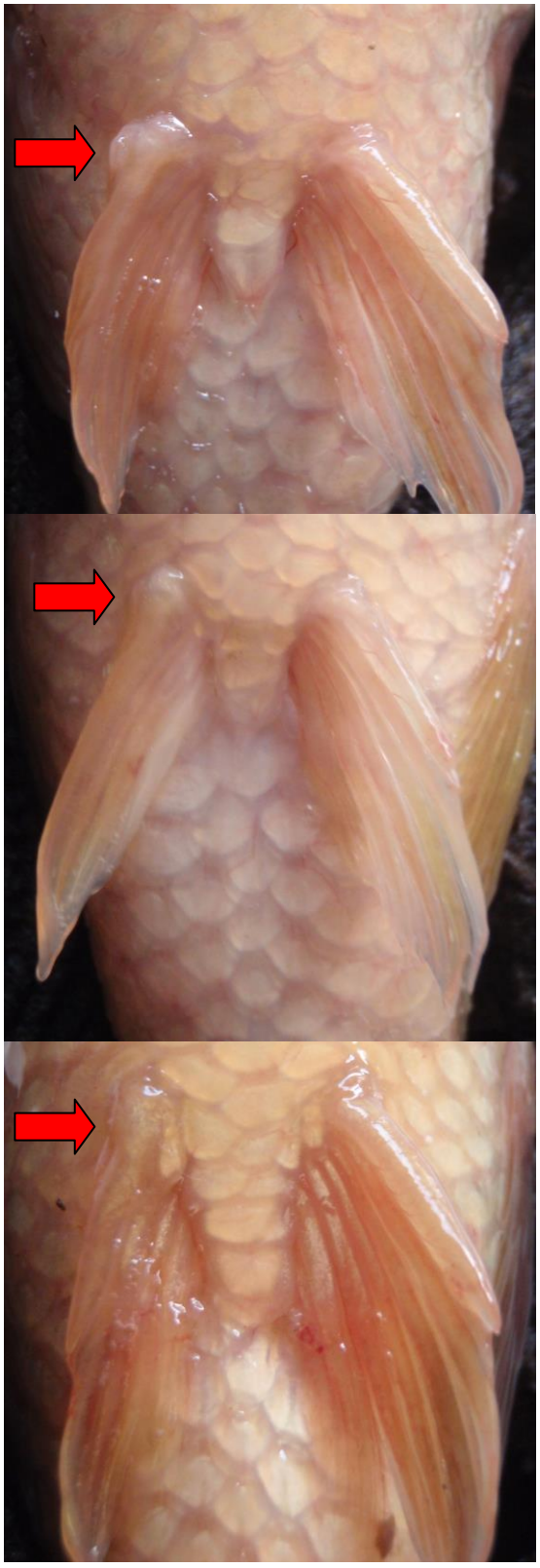
ภาพที่ 117 ผลของการตัดครีบท้องด้านซ้ายในระยะเวลา 12 สัปดาห์



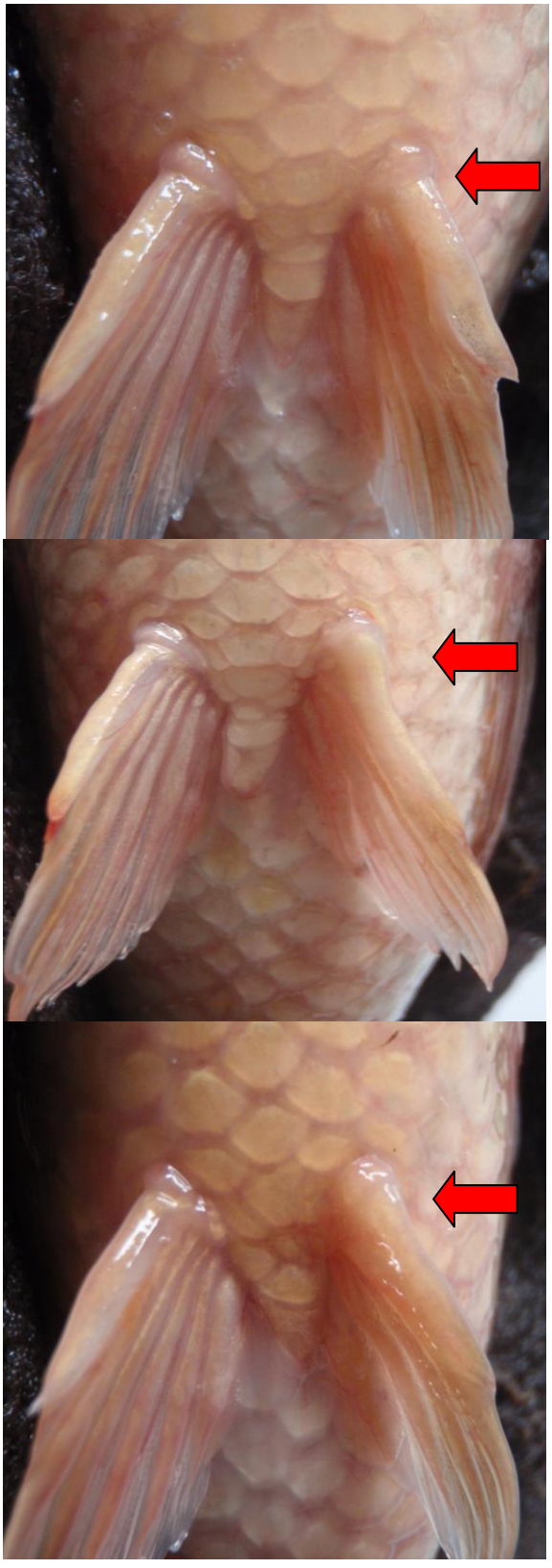
ภาพที่ 118 ผลของการตัดครีบท้องด้านขวาในระยะเวลา 12 สัปดาห์



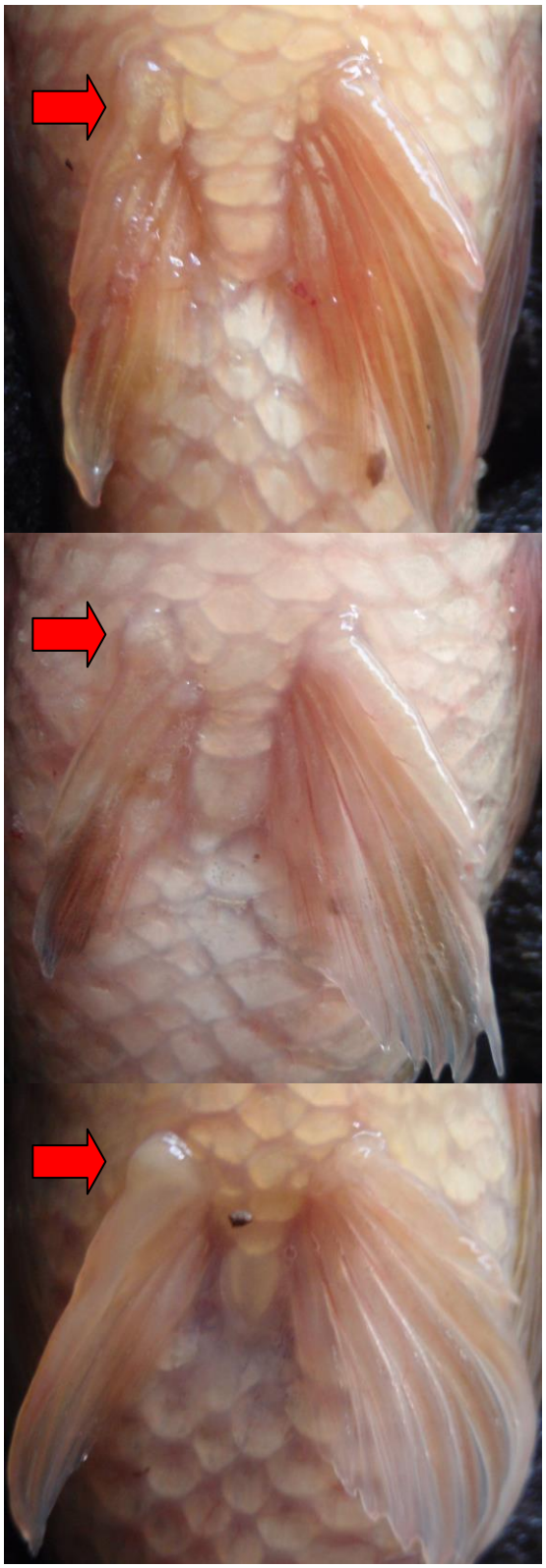
ภาพที่ 119 ผลของการตัดครีบท้องด้านซ้ายในระยะเวลา 16 สัปดาห์



ภาพที่ 120 ผลของการตัดครีบท้องด้านขวาในระยะเวลา 16 สัปดาห์



ภาพที่ 121 ผลของการตัดครีบท้องด้านซ้ายในระยะเวลา 20 สัปดาห์



ภาพที่ 122 ผลของการตัดครีบท้องด้านขวาในระยะเวลา 20 สัปดาห์

การทดลองที่ 4 การทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่งและการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน

4.1 อัตรารอดตาย

จากการทดลอง พบว่า ในระยะเวลาที่ 2 สัปดาห์ อัตรารอดตายของปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมาย (ชุดควบคุม) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับกลุ่มปลาที่ดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง และกลุ่มที่ดึงก้านครีบหลังร่วมกับดึงก้านครีบก้น แต่จะมีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับกลุ่มที่ตีตราร้อน 2 ตำแหน่ง, ดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง, ตีตราร้อนร่วมกับดึงก้านครีบหลัง, ตีตราร้อนร่วมกับตัดครีบท้อง และดึงก้านครีบหลังร่วมกับตัดครีบท้อง โดยมีค่าเฉลี่ยอัตรารอดตายอยู่ในช่วง 83.33 ถึง 100.00 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลาที่ 4 และ 8 สัปดาห์ อัตรารอดตายของปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมาย (ชุดควบคุม) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับกลุ่มปลาที่ดึงก้านครีบหลังร่วมกับดึงก้านครีบก้น แต่จะมีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับ กลุ่มที่ตีตราร้อน 2 ตำแหน่ง, ดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง, ดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง, ตีตราร้อนร่วมกับดึงก้านครีบหลัง, ตีตราร้อนร่วมกับตัดครีบท้อง และดึงก้านครีบหลังร่วมกับตัดครีบท้อง โดยมีค่าเฉลี่ยอัตรารอดตายอยู่ในช่วง 80.00 ถึง 100.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16)

4.2 ความคงทนของเครื่องหมาย

จากการทดลอง พบว่า การจำแนกเครื่องหมายในระยะเวลาที่ 2, 4 และ 8 สัปดาห์สามารถค้นพบเครื่องหมายได้ทุกชุดการทดลอง แต่อัตราความคงทนของเครื่องหมายมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ในระยะเวลาที่ 2 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมายอยู่ในช่วง 83.33 ถึง 93.33 เปอร์เซ็นต์ ที่ 4 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 80.00 ถึง 93.33 เปอร์เซ็นต์ และที่ 8 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 53.33 ถึง 93.33 เปอร์เซ็นต์

การทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่ง ผลการทดลองจะสอดคล้องกับการตีตราร้อนในตำแหน่งที่ 1 และ ตำแหน่งที่ 2, การดึงก้านครีบหลังและการดึงก้านครีบก้นในการทดลองที่ 3 โดยการตีตราร้อน 2 ตำแหน่ง เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ผิวหนังของปลาบริเวณที่ทำเครื่องหมายทั้งสองตำแหน่งจะสร้างใหม่มีสีเข้มเห็นได้ชัดเจนแต่เกล็ดของปลายังไม่สารารถสร้างขึ้นมาใหม่ได้หรือยังขึ้นไม่สมบูรณ์ (ภาพที่ 123) ในสัปดาห์ที่ 4 เกล็ดจะแข็งเป็นปรกติ แต่เกล็ดจะมีรูปร่างผิดรูปไปจากเดิมทำให้สามารถแยกความแตกต่างออกได้ (ภาพที่ 124) ในสัปดาห์ที่ 8 เกล็ดในบริเวณที่ทำเครื่องหมายจะมีความนูนเพิ่มขึ้นทำให้สามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 125) โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมายเท่ากับ 80.00 เปอร์เซ็นต์

การดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่งและการดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ก้านครีบที่ดึงออกไปจะไม่มีการงอกเพิ่มขึ้นมาใหม่และบาดแผลในบริเวณที่ดึงก้านครีบ

หลังและครีบก้นจะหายภายใน 2 สัปดาห์ แต่เนื้อเยื่อระหว่างก้านครีบยังเชื่อมติดกันไม่สมบูรณ์ (ภาพที่ 126 และ 127 ตามลำดับ) ในสัปดาห์ที่ 4 เนื้อเยื่อระหว่างก้านครีบสามารถเชื่อมติดกันได้อย่างสมบูรณ์และก้านครีบยังไม่มีการงอกทำให้เห็นความห่างของก้านครีบ (ก้านครีบที่ 4 ถึง7) ซึ่งมีความห่างประมาณ 1 เซนติเมตร (ภาพที่ 128 และ 129 ตามลำดับ) และสามารถค้นพบเครื่องหมายได้ในสัปดาห์ที่ 8 (ภาพที่ 130 และ 131 ตามลำดับ) โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมายเท่ากับ 90.00 เปอร์เซ็นต์

ในการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน ผลการทดลองจะสอดคล้องกับการทดลองที่ 3 โดยการตีตราร้อนร่วมกับการดึงก้านครีบหลัง สามารถค้นพบเครื่องหมายได้ในระยะเวลาที่ 2, 4 และ 8 สัปดาห์ (ภาพที่ 132, 133 และ 134 ตามลำดับ) โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมายเท่ากับ 83.33 เปอร์เซ็นต์ การทำเครื่องหมายที่ทำร่วมกับการตัดครีบท้อง ได้แก่ การตีตราร้อนร่วมกับการตัดครีบท้องและการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการตัดครีบท้อง สามารถค้นพบเครื่องหมายได้ในระยะเวลาที่ 2, 4 และ 8 สัปดาห์ (ภาพที่ 135, 136, 137, 138, 139 และ 140 ตามลำดับ) แต่เมื่อใช้เวลามากกว่า 4 สัปดาห์ไม่สามารถค้นพบปลาที่มีเครื่องหมายจากการตัดครีบได้ครบทุกตัว โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมายเท่ากับ 56.67 และ 53.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการดึงก้านครีบก้น สามารถค้นพบเครื่องหมายได้ในระยะเวลาที่ 2, 4 และ 8 สัปดาห์ (ภาพที่ 141, 142 และ 143 ตามลำดับ) โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมายเท่ากับ 93.33 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 17)

4.3 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

จากการทดลองพบว่า ในระยะเวลาที่ 2, 4 และ 8 สัปดาห์ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาที่ไม่ได้ทำเครื่องหมาย (ชุดควบคุม) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับกลุ่มปลาที่ทำเครื่องหมายโดยมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นที่ 2 สัปดาห์ อยู่ในช่วง140.80 ถึง 158.58 เปอร์เซ็นต์ ที่ 4 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 449.58 ถึง 494.05 เปอร์เซ็นต์ และที่ 8 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 814.62ถึง 893.78 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 16 อัตรารอดตายของปลาที่มีการทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่งและการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน

รูปแบบของการทำเครื่องหมาย	อัตรารอดตาย (เปอร์เซ็นต์)		
	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์
การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2	83.33±5.77^{c}	80.00±0.00^{c}	80.00±0.00^{cd}
การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 และก้านที่ 6	90.00±0.00^{bc}	90.00±0.00^{b}	90.00±0.00^{bc}
การดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5 และก้านที่ 6	93.33±5.77^{ab}	90.00±0.00^{b}	90.00±0.00^{bc}
การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 + การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5	90.00±0.00^{bc}	86.67±5.77^{b}	83.33±5.77^{c}
การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 + การตัดครีบท้องด้านซ้าย	86.67±5.77^{bc}	86.67±5.77^{b}	86.67±5.77^{bc}
การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 + การตัดครีบท้องด้านซ้าย	90.00±0.00^{bc}	90.00±0.00^{b}	90.00±0.00^{bc}
การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5+ การดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5	93.33±5.77^{ab}	93.33±5.77^{ab}	93.33±5.77^{ab}
ชุดควบคุม (ไม่ทำเครื่องหมาย)	100^{a}	100^{a}	100^{a}

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ย ± S.D. จากข้อมูล 3 ซ้ำ

2) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรต่างกันกำกับ (a,b,c และ d) มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 17 ความคงทนของของการทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่งและการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน

รูปแบบของการทำเครื่องหมาย	ความคงทนของเครื่องหมาย (เปอร์เซ็นต์)						ความคงทนของเครื่องหมายทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)		
	2 สัปดาห์		4 สัปดาห์		8 สัปดาห์		2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์
	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2			
การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1และตำแหน่งที่ 2	83.33±5.77 ^{b}	83.33±5.77 ^{b}	80.00±0.00 ^{c}	80.00±0.00 ^{c}	80.00±0.00 ^{c}	80.00±0.00 ^{bc}	83.33±5.77 ^{b}	80.00±0.00 ^{c}	80.00±0.00 ^{bc}
การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 และก้านที่ 6	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}
การดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5 และก้านที่ 6	93.33±5.77 ^{a}	93.33±5.77 ^{a}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	93.33±5.77 ^{a}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}
การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 + การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	86.67±5.77 ^{bc}	86.67±5.77 ^{bc}	83.33±5.77 ^{bc}	83.33±5.77 ^{b}	90.00±0.00 ^{ab}	86.67±5.77 ^{bc}	83.33±5.77 ^{b}
การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 + การตัดครีบท้องด้านซ้าย	86.67±5.77 ^{ab}	86.67±5.77 ^{ab}	86.67±5.77 ^{bc}	86.67±5.77 ^{bc}	86.67±5.77 ^{ab}	56.67±5.77 ^{d}	86.67±5.77 ^{ab}	86.67±5.77 ^{bc}	56.67±5.77 ^{d}
การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 + การตัดครีบท้องด้านซ้าย	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	53.33±5.77 ^{de}	90.00±0.00 ^{ab}	90.00±0.00 ^{ab}	53.33±5.77 ^{de}
การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5+ การดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5	93.33±5.77 ^{a}	93.33±5.77 ^{a}	93.33±5.77 ^{a}	93.33±5.77 ^{a}	93.33±5.77 ^{a}	93.33±5.77 ^{a}	93.33±5.77 ^{a}	93.33±5.77 ^{a}	93.33±5.77 ^{a}

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ย ± S.D. จากข้อมูล 3 ซ้ำ

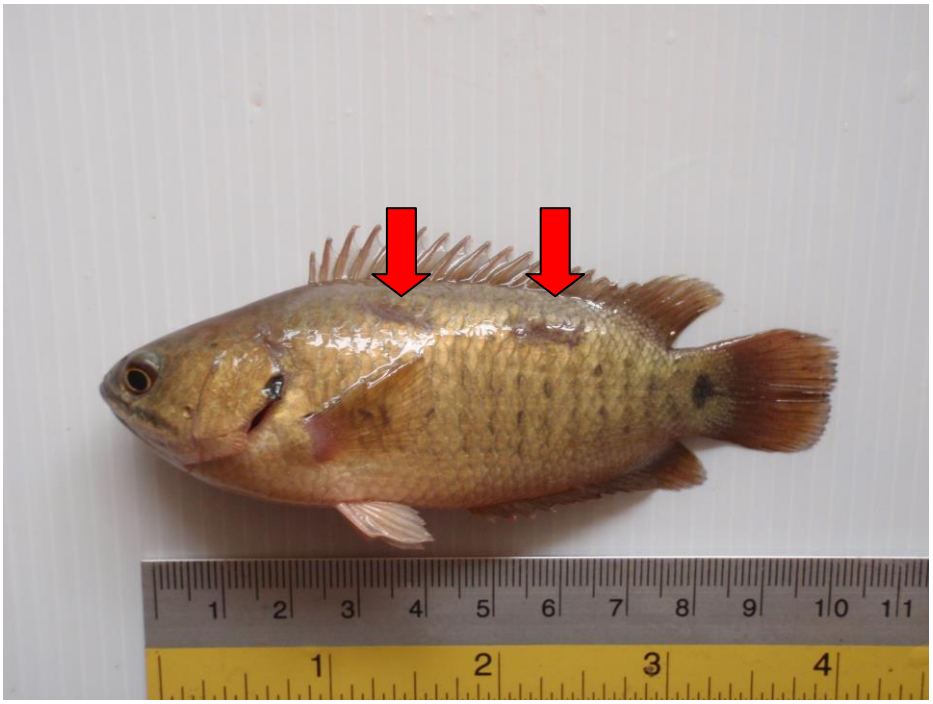
2) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรต่างกันกำกับ (a, b, c, d และ e) มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 18 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาหมอไทยที่ทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่งและการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน

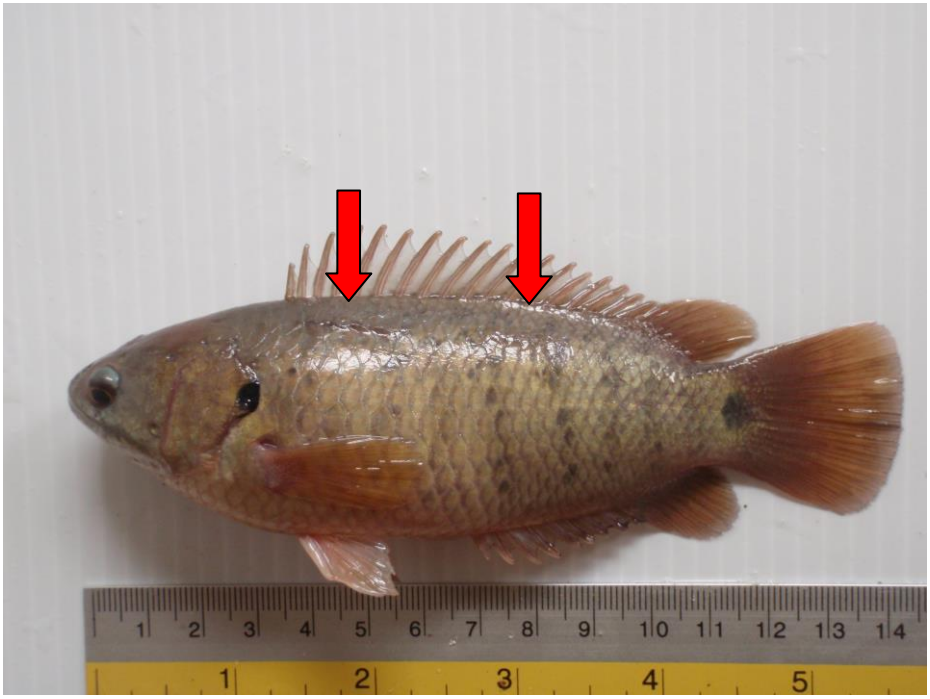
รูปแบบของการทำเครื่องหมาย	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์)		
	0 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	8 สัปดาห์
การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2	6.73±0.25[a]	151.23±11.31[a]	481.75±10.72[a]	869.05±56.48[a]
การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 และก้านที่ 6	6.63±0.25[a]	151.07±7.40[a]	462.67±50.90[a]	866.13±46.84[a]
การดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5 และก้านที่ 6	6.50±0.30[a]	147.68±17.31[a]	494.05±43.34[a]	861.18±30.83[a]
การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 + การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5	6.67±0.31[a]	148.65±21.59[a]	475.12±46.83[a]	893.78±87.71[a]
การตีตราร้อนตำแหน่งที่ 1 + การตัดครีบท้องด้านซ้าย	6.83±0.45[a]	147.16±4.28[a]	449.58±39.09[a]	814.62±66.89[a]
การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 + การตัดครีบท้องด้านซ้าย	6.67±0.42[a]	140.80±8.02[a]	477.43±62.58[a]	874.53±119.81[a]
การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5+ การดึงก้านครีบก้นก้านที่ 5	6.77±0.21[a]	158.58±8.58[a]	467.83±37.48[a]	863.27±87.81[a]
ชุดควบคุม (ไม่ทำเครื่องหมาย)	6.57±0.25[a]	148.06±6.89[a]	481.14±40.69[a]	877.56±91.78[a]

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ย ± S.D. จากข้อมูล 3 ซ้ำ

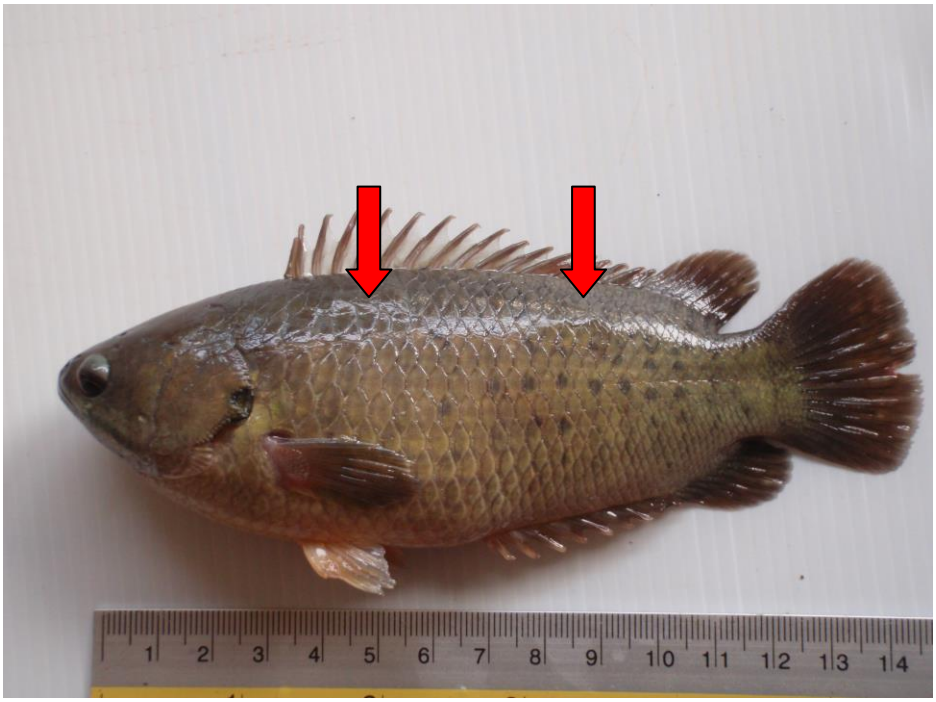
2) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ (a) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



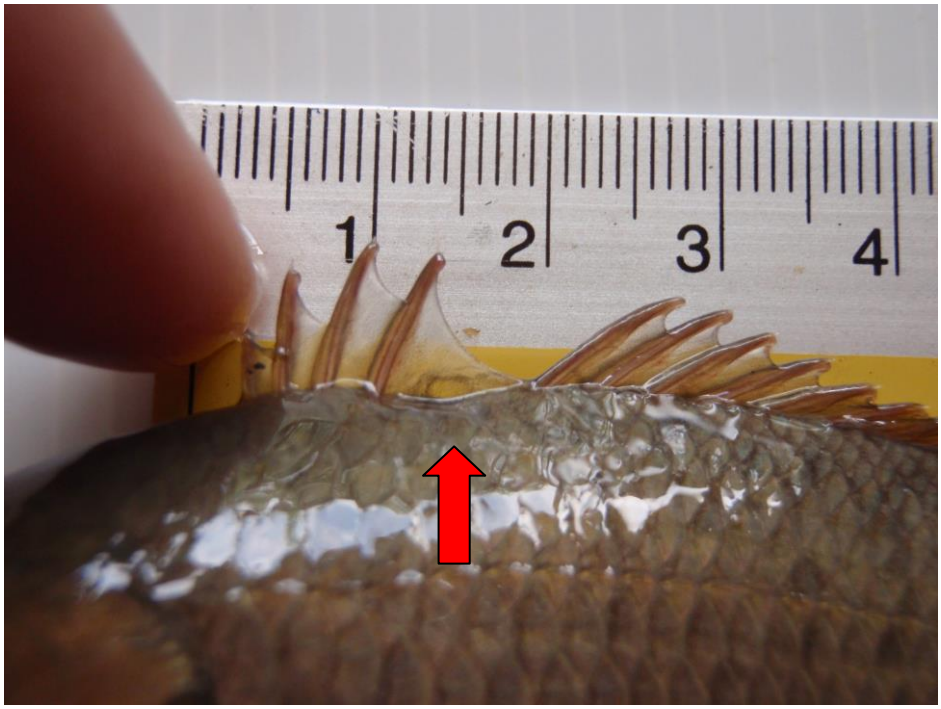
ภาพที่ 123 ผลของการตีตราร้อน 2 ตำแหน่งในระยะเวลา 2 สัปดาห์



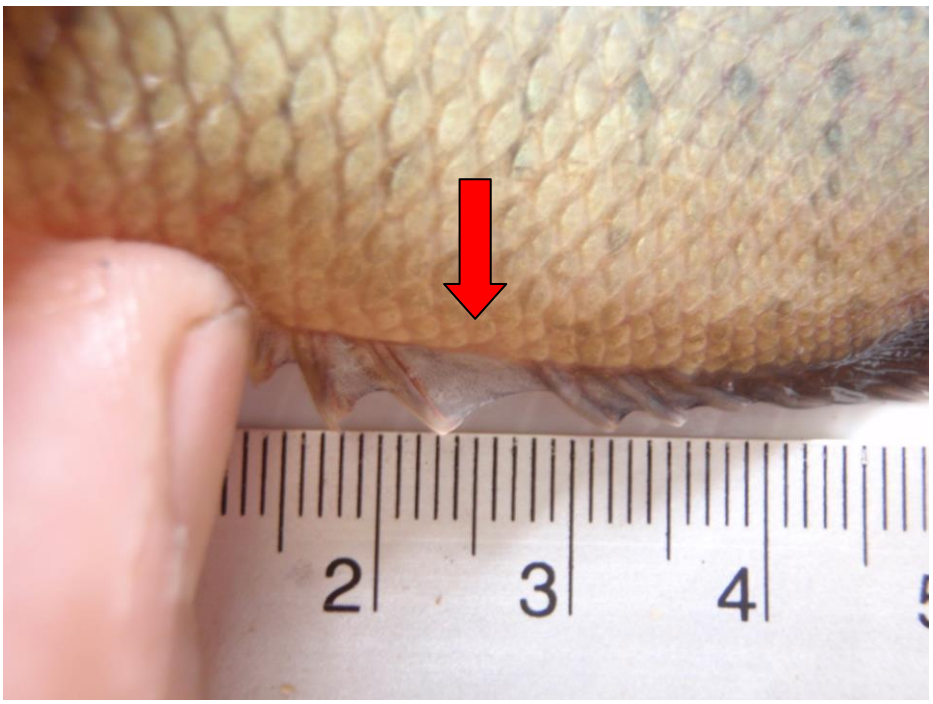
ภาพที่ 124 ผลของการตีตราร้อน 2 ตำแหน่งในระยะเวลา 4 สัปดาห์



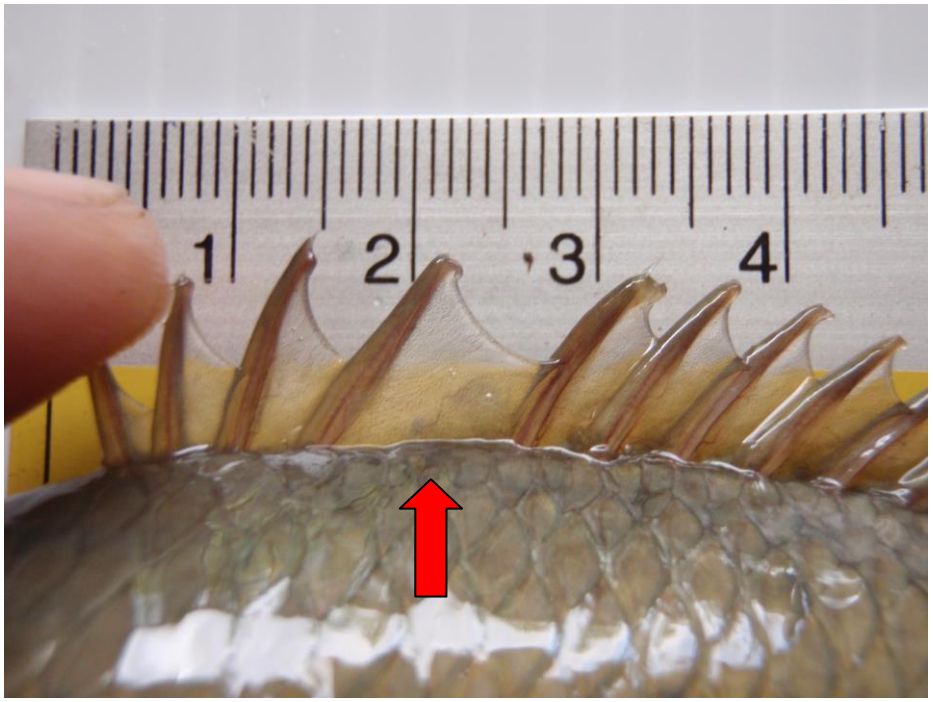
ภาพที่ 125 ผลของการตีตราร้อน 2 ตำแหน่งในระยะเวลา 8 สัปดาห์



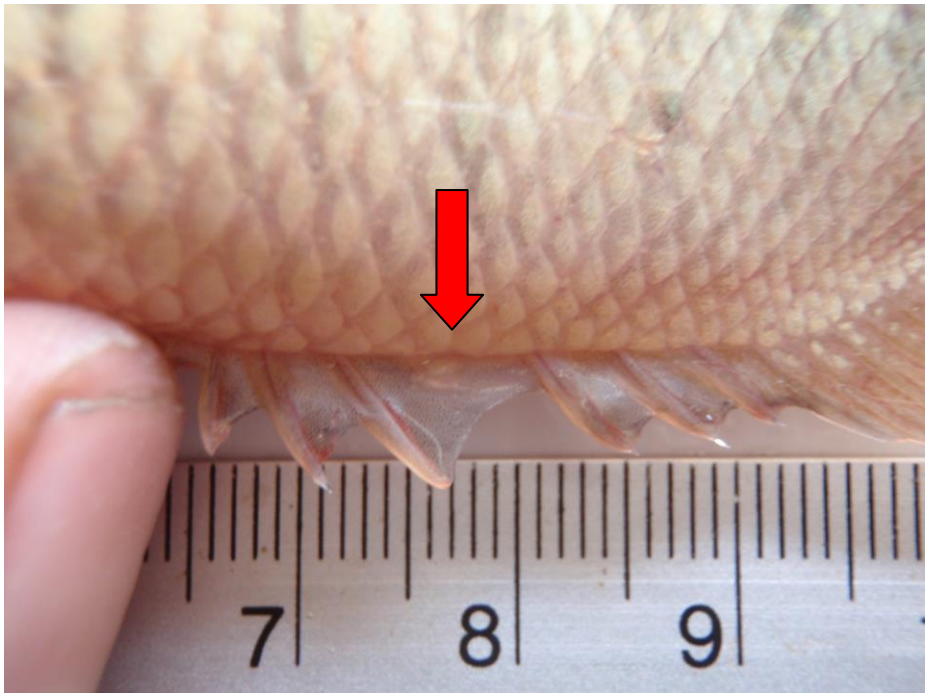
ภาพที่ 126 ผลของการดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง ในระยะเวลา 2 สัปดาห์



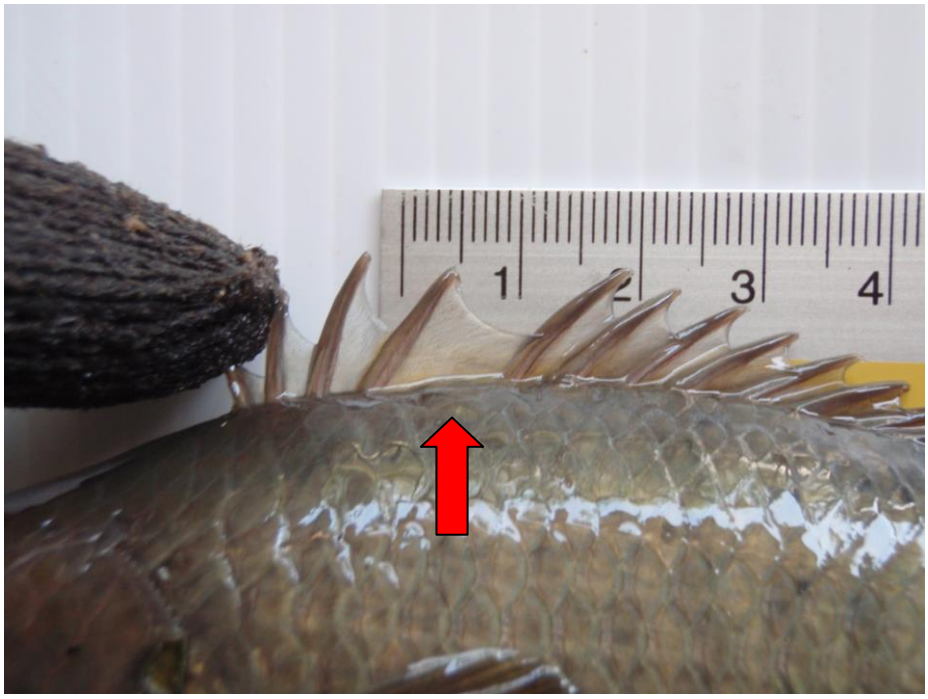
ภาพที่ 127 ผลของการดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง ในระยะเวลา 2 สัปดาห์



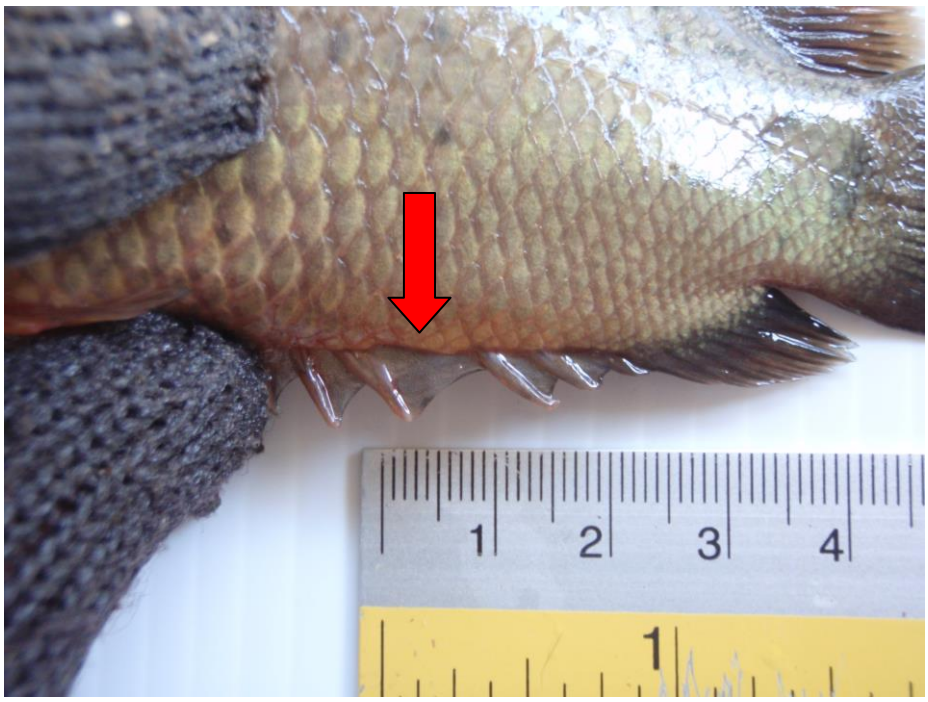
ภาพที่ 128 ผลของการดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง ในระยะเวลา 4 สัปดาห์



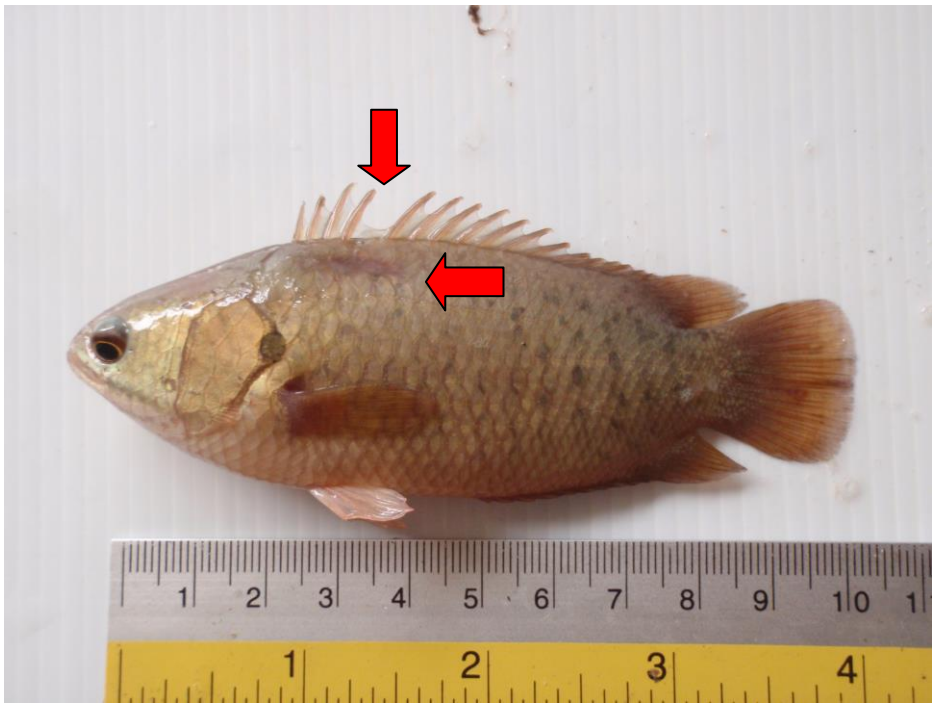
ภาพที่ 129 ผลของการดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง ในระยะเวลา 4 สัปดาห์



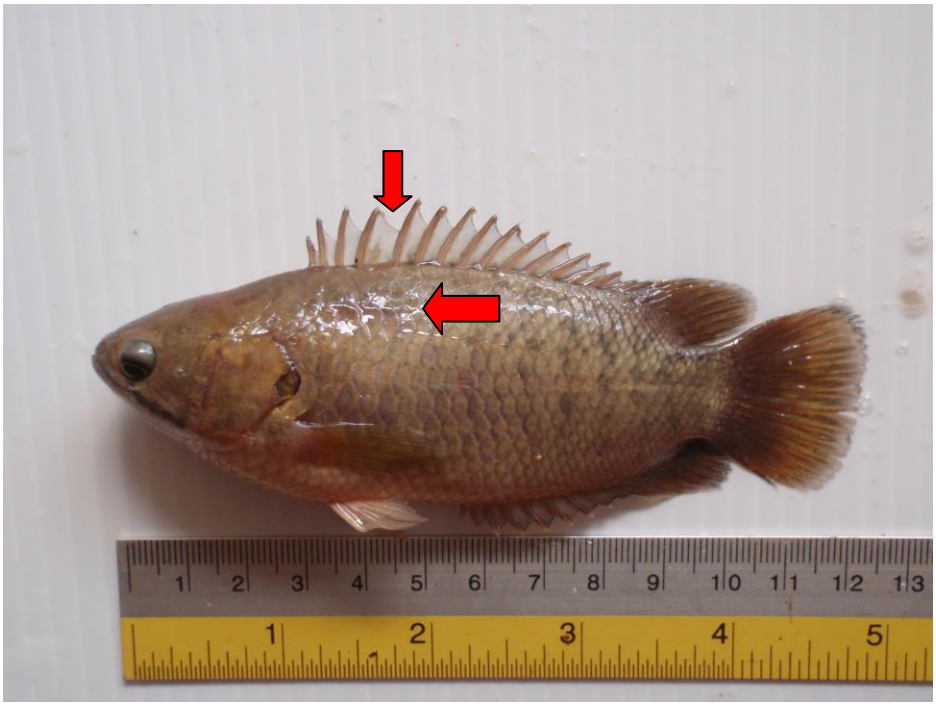
ภาพที่ 130 ผลของการดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง ในระยะเวลา 8 สัปดาห์



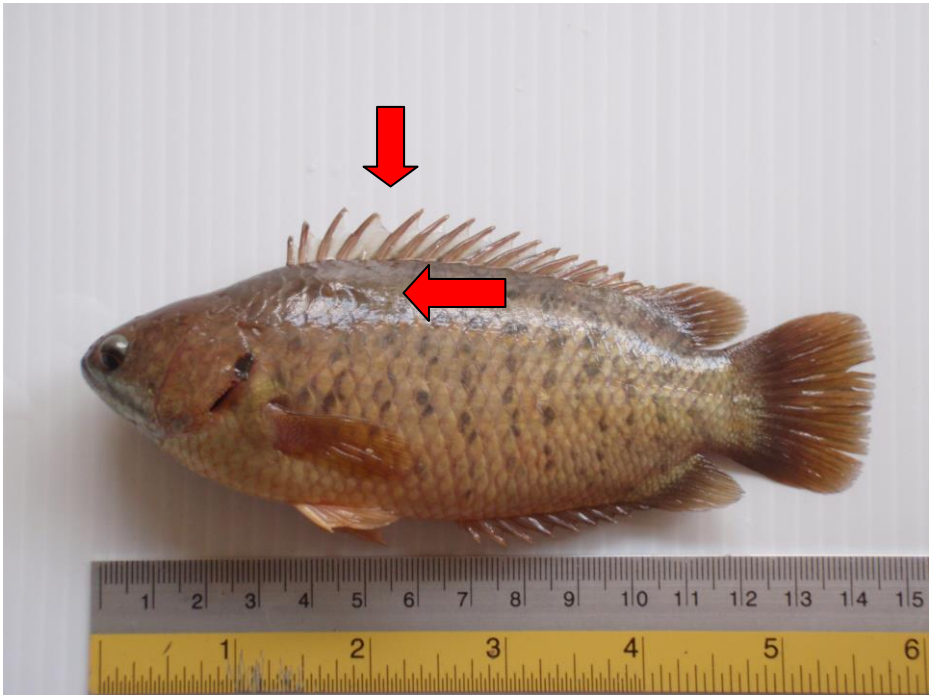
ภาพที่ 131 ผลของการดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง ในระยะเวลา 8 สัปดาห์



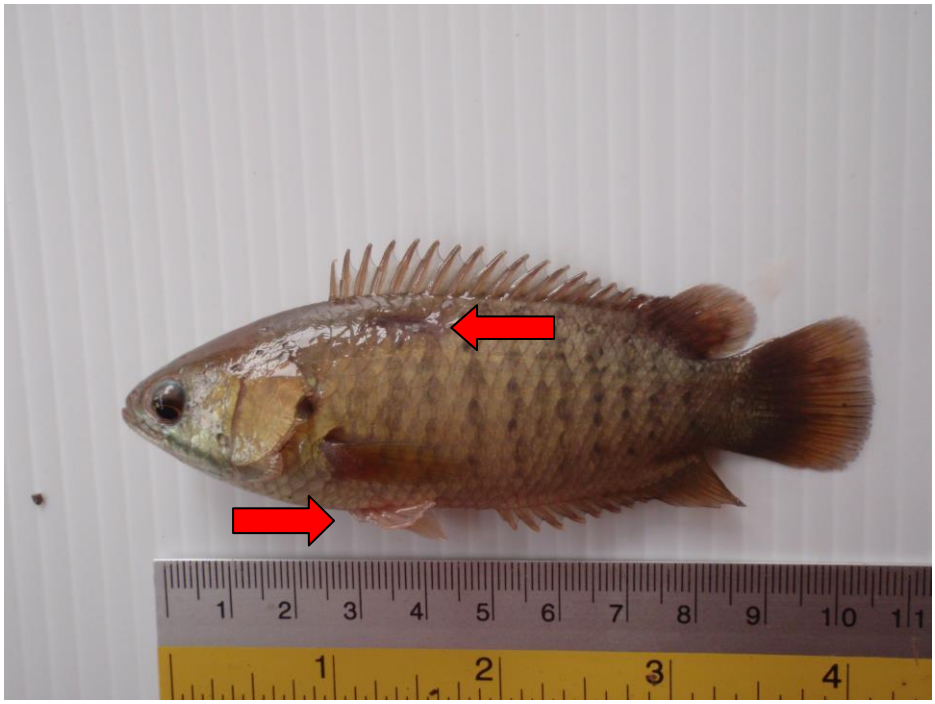
ภาพที่ 132 ผลของการตีตราร้อนร่วมกับการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 2 สัปดาห์



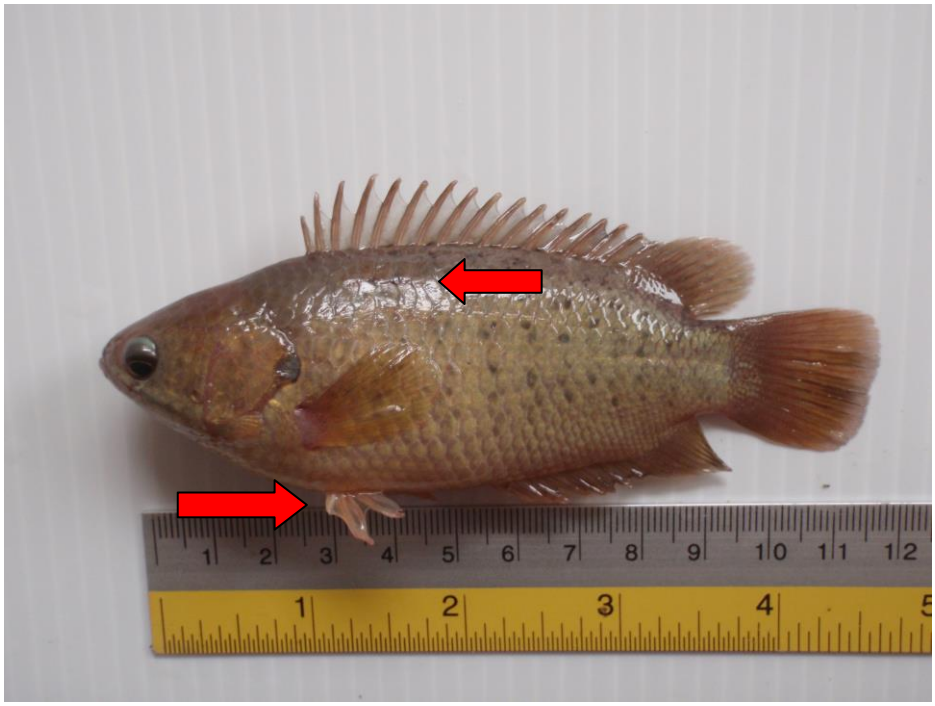
ภาพที่ 133 ผลของการตีตราร้อนร่วมกับการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 4 สัปดาห์



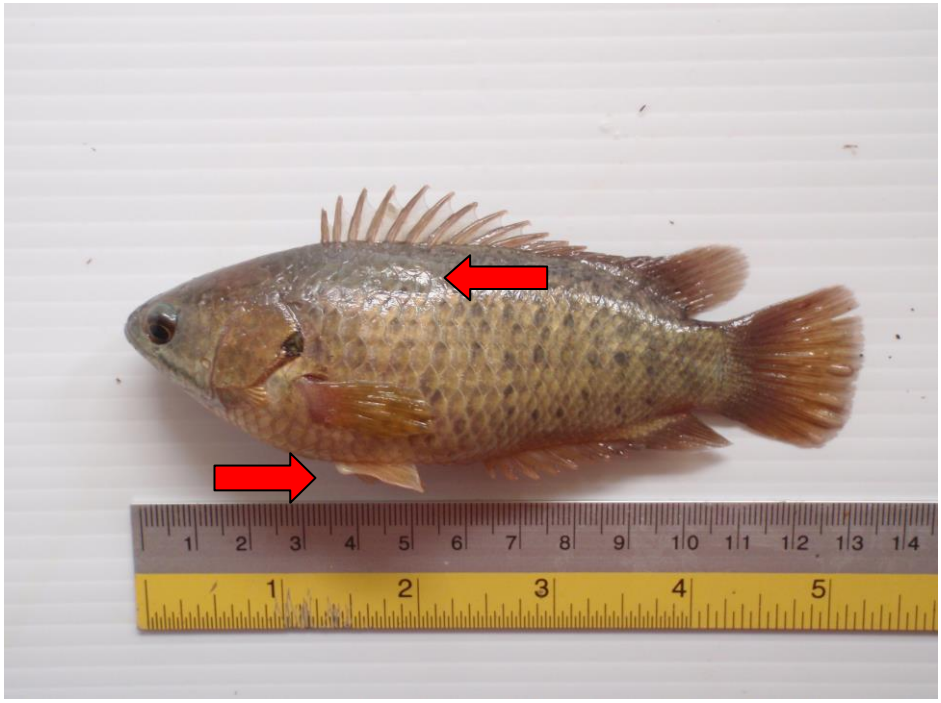
ภาพที่ 134 ผลของการตีตราร้อนร่วมกับการดึงก้านครีบหลังในระยะเวลา 8 สัปดาห์



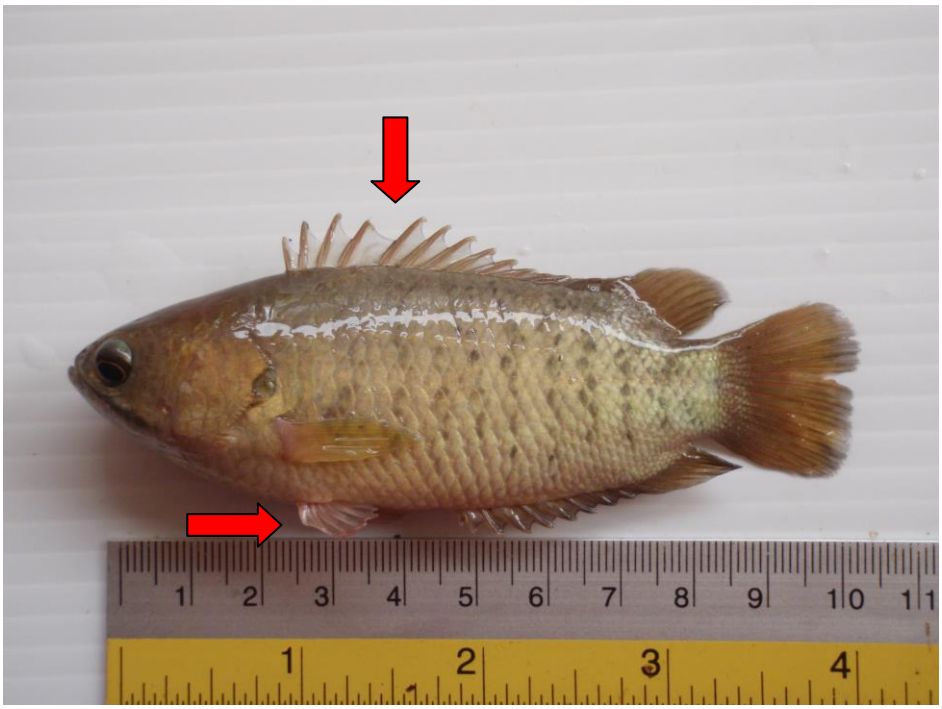
ภาพที่ 135 ผลของการตีตราร้อนร่วมกับการตัดครีบท้องในระยะเวลา 2 สัปดาห์



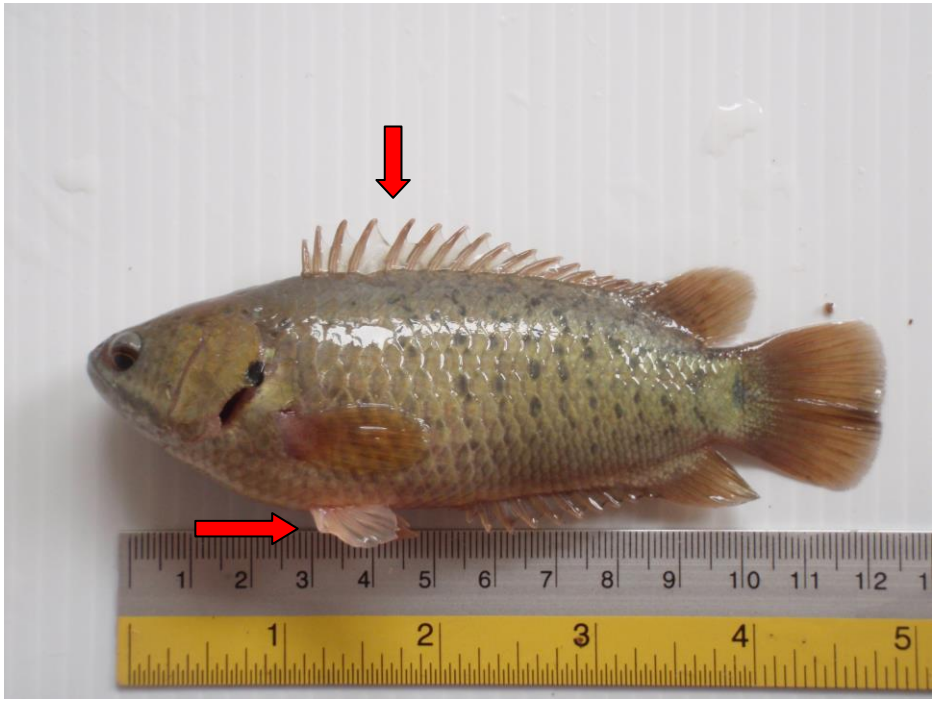
ภาพที่ 136 ผลของการตีตราร้อนร่วมกับการตัดครีบท้องในระยะเวลา 4 สัปดาห์



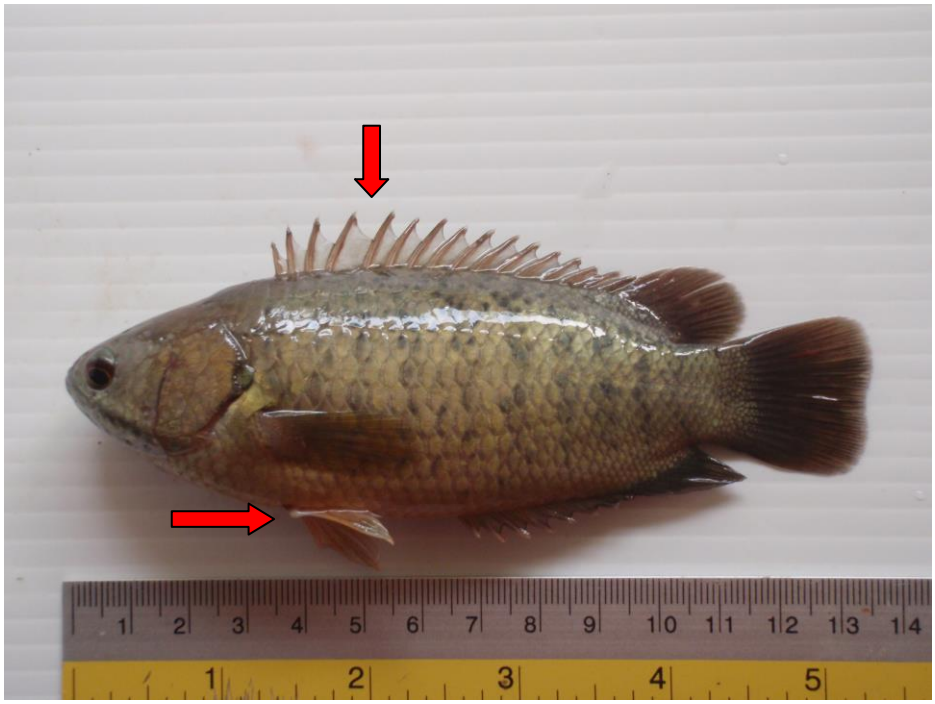
ภาพที่ 137 ผลของการตีตราร้อนร่วมกับการตัดครีบท้องในระยะเวลา 8 สัปดาห์



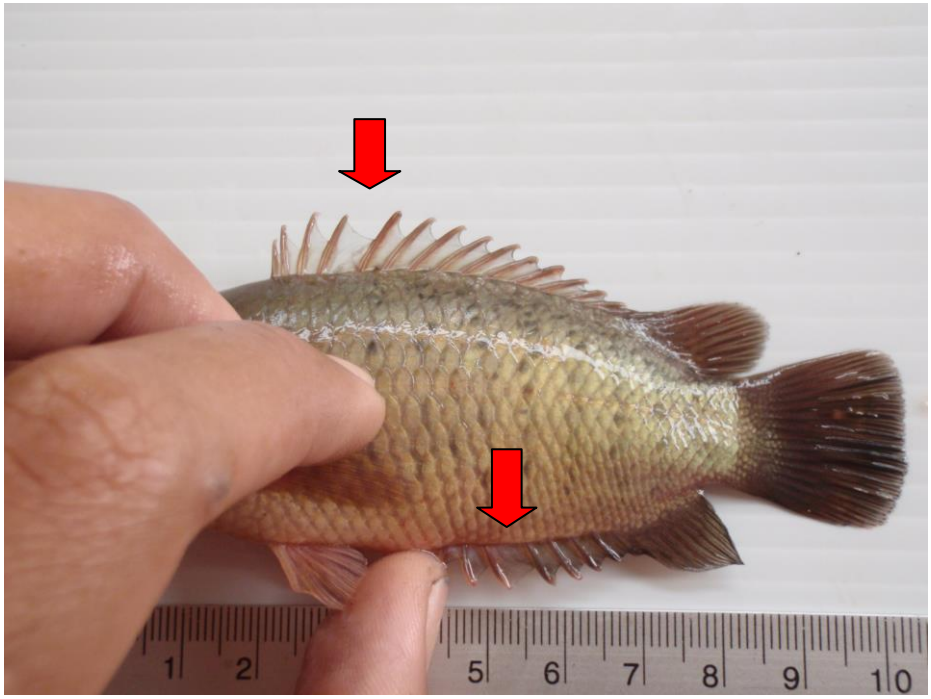
ภาพที่ 138 ผลของการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการตัดครีบท้องในระยะเวลา 2 สัปดาห์



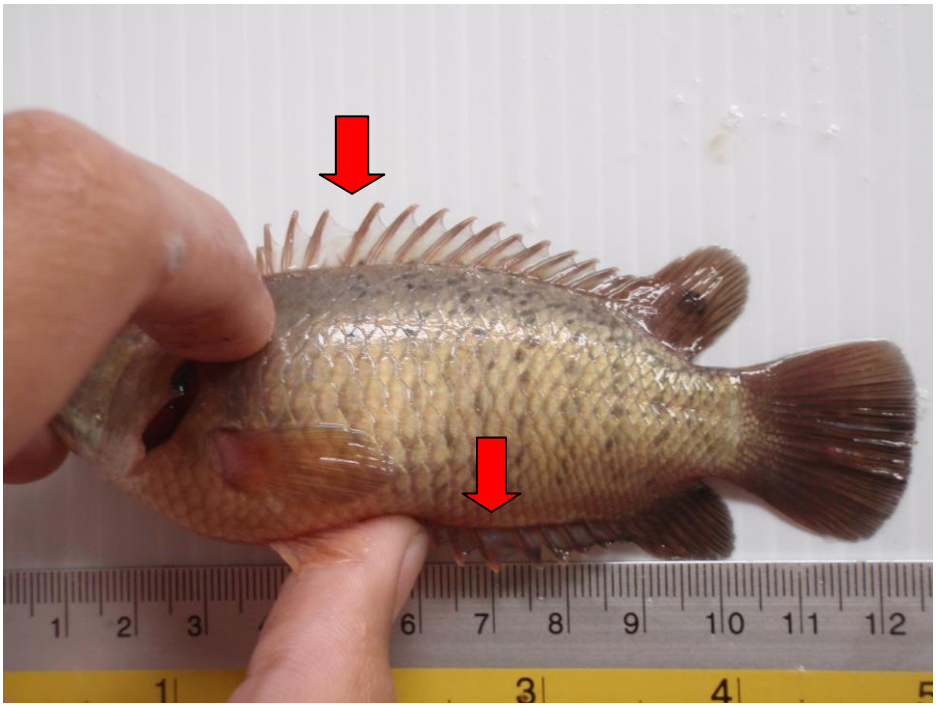
ภาพที่ 139 ผลของการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการตัดครีบท้องในระยะเวลา 4 สัปดาห์



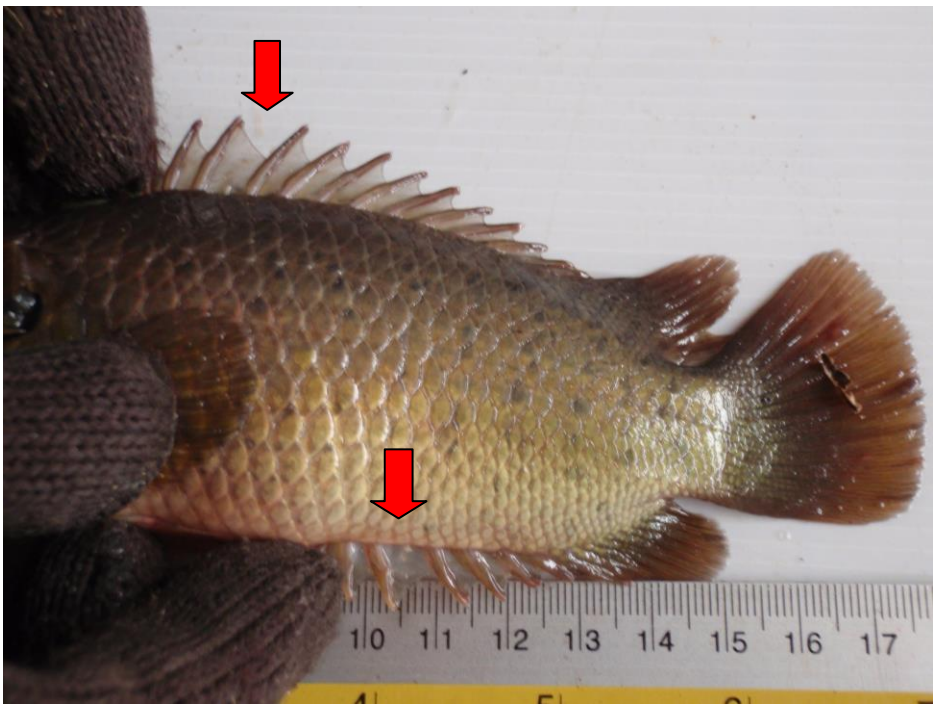
ภาพที่ 140 ผลของการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการตัดครีบท้องในระยะเวลา 8 สัปดาห์



ภาพที่ 141 ผลของการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 2 สัปดาห์



ภาพที่ 142 ผลของการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 4 สัปดาห์



ภาพที่ 143 ผลของการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการดึงก้านครีบก้นในระยะเวลา 8 สัปดาห์

บทที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองการสลบปลาเพื่อหาความเข้มข้นของสารละลายน้ำมันกานพลู พบว่า ระดับความเข้มข้นของสารละลายน้ำมันกานพลูที่มีความเหมาะสมกับลูกปลาหมอไทยขนาด 6-7 กรัม คือ 270 ส่วนในล้านส่วน โดยมีช่วงเวลาที่ใช้สลบและเวลาสลบได้อย่างปลอดภัย 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลาเฉลี่ยประมาณ 3 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่เหมาะสมและลดความบอบช้ำจากการทำเครื่องหมายกับจำนวนปลาที่ทำเครื่องหมายครั้งละ 3-5 ตัว แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ นาวิน และคณะ (2549) ซึ่งใช้น้ำมันกานพลูในปลานิล น้ำหนักเฉลี่ย 184.17 กรัม และปลานวลจันทร์เทศ น้ำหนักเฉลี่ย 637.50 กรัม ที่ระดับความเข้มข้น 100 ส่วนในล้านส่วน ทำให้ปลาสลบและมีเวลาสลบในเวลาเฉลี่ย 2.28 และ 2.41 นาที ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าชนิดและขนาดของปลาเป็นปัจจัยสำคัญต่อการออกฤทธิ์ของน้ำมันกานพลู

การทำเครื่องหมายภายในที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอกโดยใช้น้ำยางพาราผสมกับสีหรือ VIE tag จากยางพารา สามารถทำเครื่องหมายได้อย่างรวดเร็ว ตรวจพบเครื่องหมายได้ด้วยตาเปล่า และสามารถประยุกต์ใช้กับปลาขนาดเล็กได้ แม้จากการทดลองนี้จะพบว่า VIE tag จากยางพาราที่ผสมสีหมึก rotring ส่งผลต่ออัตรารอดตาย อัตราการเจริญเติบโตของปลา แต่ VIE tag จากยางพาราที่ผสมสีอะคริลิคสะท้อนแสงไม่ส่งผลทั้งอัตรารอดตาย และอัตราการเจริญเติบโตของปลา สอดคล้องกับการทดลองของ Simon (2007) ซึ่งศึกษาการทำเครื่องหมายในปลา European silver eel (*Anguilla anguilla*) โดยใช้ VIE tag ที่มีขายในเชิงพาณิชย์ ซึ่งไม่ส่งผลต่ออัตรารอดตายและอัตราการเจริญเติบโตของปลา เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ VIE tag จากยางพารายังสามารถทำเครื่องหมายได้หลายตำแหน่งโดยตำแหน่งที่เลือกจะต้องมีลักษณะที่โปร่งใส สามารถค้นพบเครื่องหมายได้ง่ายและควรทำเครื่องหมายในแนวนอนของลำตัวปลา (Astorga *et al*., 2005) อย่างไรก็ตามความคงทนของเครื่องหมาย VIE tag จากยางพาราที่ผสมสีอะคริลิคสะท้อนแสงสามารถค้นพบได้เพียง 4 สัปดาห์ หลังการทำเครื่องหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมาย 83.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งตำแหน่งที่ค้นพบ ได้แก่ โคนครีบอกและโคนหางด้านล่าง แต่เครื่องหมายจะกระจายไม่เกาะกลุ่มและเคลื่อนตำแหน่งไปในบริเวณที่ใกล้กับบริเวณที่ทำเครื่องหมาย เช่นจากโคนครีบอกเครื่องหมายจะกระจายไปยังบริเวณปลายของก้านครีบอก และจากโคนหางด้านล่างเครื่องหมายจะเคลื่อนตำแหน่งไปยังบริเวณเหนือครีบก้น ส่วนตำแหน่งที่มีเกล็ดและไม่สามารถค้นพบเครื่องหมายได้จากภายนอก เช่นใต้ครีบหลัง จะค้นพบเครื่องหมายได้เมื่อดึงเกล็ดปลาออก

แต่ต้องใช้ความละเอียดอ่อนมาก เพราะอาจส่งผลต่ออัตรารอดตาย อัตราการเจริญเติบโตของปลาได้ จะเห็นได้ว่าตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายควรเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของสัตว์ทดลอง (Fuller *et al*., 2010) และจากการศึกษาในครั้งนี้ควรนำไปประยุกต์ใช้กับปลาไม่มีเกล็ด หรือสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ที่ผิวหนังหรือเปลือกใส(ไม่ทึบ)

การฉีดสี สามารถทำเครื่องหมายได้อย่างรวดเร็ว และสามารถประยุกต์ใช้กับปลาขนาดเล็กได้ (Kelly, 1967) ซึ่ง Smith (1970) รายงานว่า การใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสง (fluorescent pigments) โดยการฉีดสีไว้ใต้ผิวหนังเครื่องหมายสามารถค้นพบได้นานถึง 11 เดือน แต่จากการทดลองใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสงกับปลาหมอไทยในการศึกษาครั้งนี้ ไม่สามารถค้นพบเครื่องหมายในทุกตำแหน่งที่ทดลอง จึงเป็นเครื่องหมายที่ไม่เหมาะสมในปลาหมอไทย อาจเป็นเพราะลำตัวปลาหมอไทยมีสีค่อนข้างคล้ำและมีเกล็ดที่หนาจึงทำให้ค้นพบเครื่องหมายได้ยาก สอดคล้องกับการทดลองของ Sanchez-Lamadrid (2001) ซึ่งรายงานไว้ว่า การทำเครื่องหมายโดยการฉีดสีเป็นเครื่องหมายที่จะใช้ในการจำแนกปลาออกเป็นกลุ่มหรือรายตัว สามารถจำแนกได้ในระยะเวลาที่สั้น เนื่องจากเครื่องหมายมีความคงทนน้อย และสอดคล้องกับการรายงานของ Al Hamid (1954) อ้างโดย อุทัย รัตน์ และวิทย์ (2526) ซึ่งกล่าวไว้ว่า ข้อเสียของการทำเครื่องหมายโดยการฉีดสี คือ เครื่องหมายอาจจะทรุดโทรมลงได้ เนื่องจาก สีที่ใช้ในการทำเครื่องหมายอาจจะจางไปตามกาลเวลาหรือจางลงเมื่อปลามีการเจริญเติบโตขึ้น

การตีตราร้อน สามารถทำเครื่องหมายปลาจำนวนมากได้อย่างรวดเร็ว เหมาะสมกับปลาทั้งที่มีเกล็ดและไม่มีเกล็ด โดยสามารถทำเครื่องหมายได้หลายตำแหน่ง (Guy *et al*., 1996) ภายหลังการทำเครื่องหมาย พบว่า ผิวหนังของปลาหมอที่สัมผัสกับอุปกรณ์ให้ความร้อนจะมีลักษณะไหม้และชิ้นเนื้อหลุดออกมา ทำให้เกิดเป็นแผล โดยแผลจะหายภายในเวลา 2 สัปดาห์ และผิวหนังที่สร้างขึ้นใหม่จะมีสีเข้มอย่างเห็นได้ชัด หลังจาก 4 สัปดาห์ ผิวหนังชั้นใน (dermis) จะสร้างเกล็ดจนแข็งเป็นปรกติ (วิมล, 2528) แต่จะมีรูปร่างผิดไปจากเดิม เครื่องหมายมีความคงทนจนสิ้นสุดการทดลอง 5 เดือน โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมาย 86.67-90.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นเวลาที่เพียงพอต่อการคัดเลือกเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ปลาหมอไทย (ปลาทดลองมีอายุ 7 เดือน) สอดคล้องกับการทดลองของ Saura (1996) ซึ่งรายงานไว้ว่า เกล็ดในบริเวณที่ทำเครื่องหมายการตีตราร้อนจะมีลักษณะผิดรูปทำให้สามารถแยกความแตกต่างออกได้ และการตีตราร้อนจะไม่ส่งผลต่ออัตรารอดตาย อัตราการเจริญเติบโต รวมไปถึงพฤติกรรมในการดำรงชีวิตของปลา แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ Joyce และ El-Ibiary (1977) ซึ่งทำเครื่องหมายการตีตราร้อนในปลา channel catfish (*Ictalurus punctatus*) น้ำหนักเฉลี่ย 6.7 และ 26.5 กรัม พบว่า การตีตราร้อนจะ

ไม่ส่งผลต่ออัตรารอดตายของปลา แต่จะส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตในปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 6.7 กรัม แสดงให้เห็นว่า การตีตราร้อนอาจส่งผลต่อปลาได้ถ้าชนิดและขนาดของปลาแตกต่างกัน

การดึงก้านครีบ เป็นการทำเครื่องหมายที่สามารถทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน โดยการดึงก้านครีบแข็งบริเวณครีบหลังหรือครีบก้น พบว่า เครื่องหมายไม่ส่งผลต่อ อัตรารอดตาย อัตราการเจริญเติบโต รวมไปถึงพฤติกรรมในการดำรงชีวิตของปลา และก้านครีบที่ดึงออกไปไม่สามารถงอกขึ้นใหม่ได้จึงเห็นความห่างที่แตกต่างกันของก้านครีบที่ดึงและไม่ดึงได้ โดยปลาที่ดึงก้านครีบซึ่งก้านครีบที่ดึงออกไป (ก้านครีบที่ 4 ถึง 6) จะมีความห่างระหว่างก้านครีบประมาณ 5 มิลลิเมตร ส่วนปลาที่ไม่ดึงก้านครีบจะมีความห่างระหว่างก้านครีบประมาณ 1-2 มิลลิเมตร (ก้านครีบที่ 4 ถึง 5) เครื่องหมายมีความคงทนจนสิ้นสุดการทดลอง 5 เดือน โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมาย 86.67-90.00 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นเครื่องหมายที่เหมาะสมต่อปลาหมอไทย แต่ในการดึงก้านครีบสามารถใช้แยกความแตกต่างได้น้อยกลุ่ม และถ้าทำเครื่องหมายหลายตำแหน่งหรือดึงก้านครีบหลายก้าน จะทำให้การคัดแยกเครื่องหมายในแต่ละตำแหน่งกลายเป็นเรื่องที่ยุ่งยากเนื่องจากจะต้องใช้เวลาในการนับก้านครีบ (Worldfish Center, 2004)

การตัดครีบ เป็นการทำเครื่องหมายที่สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว มีราคาถูก สามารถประยุกต์ใช้ในปลาขนาดเล็กได้ แต่สามารถจำแนกกลุ่มของปลาได้น้อย (Guy *et al*., 1996) และการตัดครีบควรตัดให้ชิดกับฐานครีบให้มากที่สุด เพราะจะทำให้มีการงอกได้น้อยหรือช้า (Harvey, 1997) ซึ่ง Gjerde และ Refstie (1988) ได้ทำการทดลอง การตัดครีบท้องด้านซ้ายและด้านขวาในปลา rainbow trout (*Salmo gairdneri*) พบว่า การตัดครีบท้องด้านซ้ายและด้านขวา จะไม่ส่งผลต่ออัตรารอดตาย อัตราการเจริญเติบโตของปลา สอดคล้องกับการทดลองการตัดครีบท้องปลาหมอไทยในครั้งนี้ โดยครีบที่ตัดจะมีลักษณะสั้นกว่าครีบที่ไม่ตัด มีการคดงอหรือผิดรูปซึ่งแตกต่างไปจากเดิม ทำให้แยกความแตกต่างของครีบที่ตัดกับไม่ตัดได้ และการตัดครีบจะไม่ส่งผลต่ออัตรารอดตาย อัตราการเจริญเติบโตของปลา แต่เครื่องหมายสามารถจำแนกได้ในระยะเวลาที่สั้นโดยมีความคงทนของเครื่องหมายประมาณ 4 สัปดาห์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมาย 93.33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้เวลามากกว่า 4 สัปดาห์ ไม่สามารถจำแนกปลาที่มีเครื่องหมายได้ครบทุกตัว ส่วนการตัดครีบอกไม่สามารถตรวจพบเครื่องหมายได้ สอดคล้องกับการรายงานของ Basavaraju และคณะ (1998) ซึ่งกล่าวไว้ว่า การทำเครื่องหมายโดยการตัดครีบในปลาขนาดเล็กที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 10 กรัม ปลาจะมีการสร้างครีบขึ้นมาใหม่ได้อย่างรวดเร็วทำให้การแยกความแตกต่างของเครื่องหมายทำได้ยาก

การทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่ง และการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะจำแนกความแตกต่างของกลุ่มปลาได้จำนวนมากขึ้น เนื่องจากการทำ

เครื่องหมายไม่สามารถระบุตัวเลขลงบนเครื่องหมายเหมือนกับการติดเครื่องหมาย และถ้าต้องการข้อมูลที่มีรายละเอียดมากการทำเครื่องหมายเพียงแบบเดียวจะไม่เพียงพอในการจำแนกกลุ่มปลา โดย Gunnes และ Rafstie (1980) ได้รายงานไว้ว่า การตีตราเย็นร่วมกับการตัดครีบไขมันหรือร่วมกับการตัดครีบท้องด้านซ้ายและด้านขวา สามารถจำแนกปลาออกเป็นกลุ่มได้ถึง 120-600 กลุ่ม และ Fiona O 'Flynn (1990) ได้รายงานไว้ว่า การตัดครีบร่วมกับการตีตราร้อนสามารถจำแนกปลาออกเป็นกลุ่มได้ 40-50 กลุ่ม สามารถทำเครื่องหมายปลาได้อย่างรวดเร็ว และเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังสามารถทำได้ในปลาขนาดเล็ก (ความยาวเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 10 เซนติเมตร) แต่จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การทำเครื่องหมายหนึ่งรูปแบบในปลาตัวเดียวกัน 2 ตำแหน่ง เช่น การตีตราร้อน ถ้าเริ่มทำเครื่องหมายมากกว่า 2 ตำแหน่ง อาจส่งผลต่ออัตรารอดตาย และอัตราการเจริญเติบโตของปลาได้ การดึงก้านครีบหลังและก้านครีบก้น เมื่อดึงก้านครีบ 2 ตำแหน่ง ในตำแหน่งที่ใกล้กัน ทำให้การเชื่อมติดกันของเนื้อเยื่อระหว่างก้านครีบไม่สนิทหรืออาจจะไม่เชื่อมติดกัน โดยมีความห่างของก้านครีบประมาณ 1 เซนติเมตร และไม่ควรดึงก้านครีบมากกว่า 2 ก้านครีบในตำแหน่งที่ใกล้กัน อีกทั้งการตรวจสอบเครื่องหมายต้องใช้เวลาในการวัดความห่างของก้านครีบ รวมไปถึงการนับก้านครีบที่เหลืออยู่ ทำให้การจำแนกเครื่องหมายทำได้ยากและอาจส่งผลต่ออัตรารอดตาย และอัตราการเจริญเติบโตของปลา ส่วนการตัดครีบท้องไม่สมควรที่จะตัดทั้งสองครีบในปลาตัวเดียวกัน เพราะจะส่งผลต่อพฤติกรรมการดำรงชีวิตของปลาได้ (Jones and Roseberg, 1997) เนื่องจากครีบท้องเป็นครีบที่ช่วยในการบังคับให้ปลาหัวปัก หัวเชิด (pitching) (วิมล, 2528) และช่วยในการทรงตัวและว่ายน้ำ (สุภาพร, 2542)

การทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน เช่น การตีตราร้อนร่วมกับการดึงก้านครีบหลังหรือก้านครีบก้น การตีตราร้อนร่วมกับการตัดครีบท้องหรือการดึงก้านครีบร่วมกับการตัดครีบท้อง สามารถทำได้แต่ควรเริ่มทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกันเพียงอย่างละ 1 ตำแหน่ง เพราะอาจส่งผลต่ออัตรารอดตาย และอัตราการเจริญเติบโตของปลาได้ ส่วนการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบที่ทำร่วมกับการตัดครีบท้อง เครื่องหมายสามารถจำแนกได้ในระยะเวลาที่สั้นโดยใช้ระยะเวลาประมาณ 4 สัปดาห์ เนื่องจากในปลาบางตัวครีบท้องที่งอกขึ้นมาใหม่ไม่สามารถแยกความแตกต่างออกจากปลาที่ไม่ตัดครีบได้ครบทุกตัว

ในการทดลองนี้ จะเห็นได้ว่ารูปแบบของเครื่องหมายสามารถจำแนกความแตกต่างได้ 136 แบบ (ตารางที่ 19) (ภาคผนวก ก) การทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบมากกว่า 1 ตำแหน่ง ในปลาตัวเดียวกันสามารถเริ่มทำเครื่องหมายได้เพียง 2 ตำแหน่งเท่านั้น รวมไปถึงการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกันสามารถทำร่วมกันอย่างละ 1 ตำแหน่ง และเครื่องหมายจากการตัดครีบท้องหรือการทำเครื่องหมายที่ทำร่วมกับการตัดครีบท้องจะสามารถจำแนกได้เพียง 4 สัปดาห์ ดังนั้นถ้าต้องการ

รูปแบบที่มากกว่านี้ ต้องมีการทำเครื่องหมายเพิ่มขึ้นเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ ทำให้เกิดความสะดวกในการจำแนกปลาแต่ละครอบครัว ส่งผลให้การปรับปรุงพันธุ์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น การตีตราร้อน หลังจากทำเครื่องหมายเป็นเวลา 4 สัปดาห์ บาดแผลจะหายสนิท จึงควรเพิ่มตำแหน่งที่ทำเครื่องหมาย หรือเพิ่มรูปแบบของเครื่องหมายเป็นรูป I, L, Γ,T,...ฯลฯ หรือในการดึงก้านครีบหลังหรือก้านครีบก้น ที่ดึงก้านครีบเพียงตำแหน่งเดียว หรือ 2 ตำแหน่งในปลาตัวเดียวกัน หรือมีการทำเครื่องหมายร่วมกัน เมื่อบาดแผลหาย (4 สัปดาห์) ควรเพิ่มตำแหน่งของการทำเครื่องหมาย หรือมีการทำเครื่องหมายชนิดอื่นๆ เพิ่มลงในตัวปลา เช่น การดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง จะทำร่วมกับการดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง หรือ ทำร่วมกับการตีตราร้อน สามารถเพิ่มความแตกต่างได้ 946 แบบ (ตารางที่ 20) แต่ในการดึงก้านครีบไม่สมควรเลือกก้านครีบที่ดึงจำนวนมากจนเกินไป เพราะจะทำให้การจำแนกเครื่องหมายเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและอาจผิดพลาดได้ การดึงก้านครีบหลังสามารถทำได้ตั้งแต่ก้านที่ 5 ถึง ก้านที่ 16 จึงควรเลือกกลุ่มของก้านครีบประมาณ 6 ก้านครีบ เช่น ก้านที่ 5 ถึงก้านที่ 10 หรือก้านที่ 11 ถึงก้านที่ 16 (การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 ร่วมกับการดึงก้านหลังก้านที่ 6, การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 ร่วมกับการดึงก้านหลังก้านที่ 7, การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 5 ร่วมกับการดึงก้านหลังก้านที่ 8,..., การดึงก้านครีบหลังก้านที่ 9 ร่วมกับการดึงก้านหลังก้านที่ 10) เพื่อให้เกิดความสะดวกในการค้นพบเครื่องหมาย หรือมีการติดเครื่องหมาย เช่น Floy tag เพราะปลามีขนาดที่สามารถติดเครื่องหมายได้ (ความยาวปลามากกว่า 10 เซนติเมตร)

จากผลการทดลองการทำเครื่องหมายในปลาหมอไทยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจำแนกปลาต่างกลุ่มได้ ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์เป็นอย่างมาก เช่น การจำแนกปลาแต่ละครอบครัวในการประเมินค่าอัตราพันธุกรรม การเปรียบเทียบปลาต่างกลุ่มซึ่งเป็นการทดสอบสายพันธุ์ต่างๆ รวมไปถึงการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ปลา ทำให้สามารถเลี้ยงปลาที่ทำเครื่องหมายในบ่อเดียวกันได้เพื่อลดความแปรปรวนอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม (Smitherman *et al*., 1983)

ตารางที่ 19 จำนวนรูปแบบของการทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบและการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์

รูปแบบของการทำเครื่องหมาย	จำนวนรูปแบบที่ได้ใน 4 สัปดาห์
ตีตราร้อน 1 ตำแหน่ง	4
ตีตราร้อน 2 ตำแหน่ง	6
ดึงก้านครีบหลัง 1 ตำแหน่ง (ก้านที่ 5-10)	6
ดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง (ก้านที่ 5-10)	15
ดึงก้านครีบก้น 1 ตำแหน่ง (ก้านที่ 5-8)	4
ดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง (ก้านที่ 5-8)	6
ตัดครีบท้อง (ซ้ายและขวา)	2
ตีตราร้อน 1 ตำแหน่ง+ดึงก้านครีบหลัง 1 ตำแหน่ง	24
ตีตราร้อน 1 ตำแหน่ง+ดึงก้านครีบก้น 1 ตำแหน่ง	16
ตีตราร้อน 1 ตำแหน่ง+ตัดครีบท้อง	8
ดึงก้านครีบหลัง 1 ตำแหน่ง+ดึงก้านครีบก้น 1 ตำแหน่ง	24
ดึงก้านครีบหลัง 1 ตำแหน่ง+ตัดครีบท้อง	12
ดึงก้านครีบก้น 1 ตำแหน่ง+ตัดครีบท้อง	8
ไม่ทำเครื่องหมาย	1
รวม	136

ตารางที่ 20 จำนวนรูปแบบที่สามารถเพิ่มความแตกต่างของลักษณะเครื่องหมายจากการทำเครื่องหมายแต่ละรูปแบบและการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกัน

รูปแบบของการทำเครื่องหมาย	จำนวนรูปแบบที่ได้
ตีตราร้อน (-) 3 ตำแหน่ง	4
ตีตราร้อน (-) 4 ตำแหน่ง	1
ตีตราร้อน (|) 1 ตำแหน่ง	4
ตีตราร้อน (|) 2 ตำแหน่ง	6
ตีตราร้อน (|) 3 ตำแหน่ง	4
ตีตราร้อน (|) 4 ตำแหน่ง	1
ตีตราร้อน (-,|) 2 ตำแหน่ง	12
ตีตราร้อน (-,|) 3 ตำแหน่ง	24
ตีตราร้อน (-,|) 4 ตำแหน่ง	14
ตีตราร้อน (L) 1 ตำแหน่ง	4
ตีตราร้อน (L) 2 ตำแหน่ง	6
ตีตราร้อน (Γ) 1 ตำแหน่ง	4
ตีตราร้อน (Γ) 2 ตำแหน่ง	6
ตีตราร้อน (T) 1 ตำแหน่ง	4
ตีตราร้อน (T) 2 ตำแหน่ง	6
ดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง+ดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง	90
ดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง+ตีตราร้อน (-) 2 ตำแหน่ง	90
ดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง+ตีตราร้อน (|) 2 ตำแหน่ง	90
ดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง+ตีตราร้อน (-,|) 2 ตำแหน่ง	180
ดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง+ตีตราร้อน (L) 1 ตำแหน่ง	60
ดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง+ตีตราร้อน (Γ) 1 ตำแหน่ง	60
ดึงก้านครีบหลัง 2 ตำแหน่ง+ตีตราร้อน (T) 1 ตำแหน่ง	60
ดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง+ตีตราร้อน (-) 2 ตำแหน่ง	36
ดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง+ตีตราร้อน (|) 2 ตำแหน่ง	36
ดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง+ตีตราร้อน (-,|) 2 ตำแหน่ง	72
ดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง+ตีตราร้อน (L) 1 ตำแหน่ง	24
ดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง+ตีตราร้อน (Γ) 1 ตำแหน่ง	24
ดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง+ตีตราร้อน (T) 1 ตำแหน่ง	24
รวม	946

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1) การใช้น้ำมันกานพลูเพื่อการสลบปลา โดยระดับความเข้มข้นของสารละลายน้ำมันกานพลูที่ให้เวลาที่เหมาะสมต่อการทำเครื่องหมายกับจำนวนปลาที่ทำเครื่องหมายครั้งละ 3-5 ตัว คือ 270 ส่วนในล้านส่วน

2) การทำเครื่องหมาย VIE จากยางพาราที่ผสมสีอะคริลิคสะท้อนแสง เครื่องหมายจะไม่ส่งผลกระทบต่อปลา แต่เครื่องหมายมีความคงทนน้อยเมื่อเทียบกับ VIE tag ที่มีขายในเชิงพาณิชย์ โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมาย 83.33 เปอร์เซ็นต์ ใน 4 สัปดาห์

3) การฉีดสีโดยใช้สีอะคริลิคสะท้อนแสงไม่สามารถค้นพบเครื่องหมายในทุกตำแหน่งที่ทดลอง จึงเป็นเครื่องหมายที่ไม่เหมาะสมในปลาหมอไทย เนื่องจากสีมีความคงทนน้อย

4) การตีตราร้อน เครื่องหมายสามารถค้นพบได้ครบทุกตัว และเครื่องหมายมีความคงทนจนสิ้นสุดการทดลอง 5 เดือน โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมาย 86.67-90.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นเวลาที่เพียงพอต่อการคัดเลือกเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ปลาหมอไทย

5) การดึงก้านครีบ เครื่องหมายสามารถค้นพบได้ครบทุกตัว โดยไม่ส่งผลต่ออัตรารอดตาย อัตราการเจริญเติบโต รวมไปถึงพฤติกรรมในการดำรงชีวิตของปลา และเครื่องหมายมีความคงทนจนสิ้นสุดการทดลอง 5 เดือน โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมาย 86.67-90.00 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นเครื่องหมายที่เหมาะสมต่อปลาหมอไทย

6) การตัดครีบท้อง เครื่องหมายสามารถจำแนกได้ในระยะเวลาที่สั้นโดยมีความคงทนของเครื่องหมายประมาณ 4 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยอัตราความคงทนของเครื่องหมาย 93.33 เปอร์เซ็นต์ หากใช้เวลามากกว่า 4 สัปดาห์ จะไม่สามารถจำแนกปลาที่มีเครื่องหมายได้ครบทุกตัว ส่วนการตัดครีบอกไม่สามารถค้นพบเครื่องหมายได้ จึงเป็นเครื่องหมายที่ไม่เหมาะสมในปลาหมอไทย

7) การทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกันมากกว่า 1 ตำแหน่ง ที่สามารถทำได้ในลูกปลาหมอไทยขนาด 6-7 กรัม ได้แก่ การตีตราร้อน 2 ตำแหน่ง, การดึงก้านครีบหลังและการดึงก้านครีบก้น 2 ตำแหน่ง ส่วนการทำเครื่องหมายต่างรูปแบบร่วมกันที่สามารถทำได้ในลูกปลาหมอไทย ได้แก่ การตีตราร้อนร่วมกับการดึงก้านครีบหลัง และการดึงก้านครีบหลังร่วมกับการดึงก้านก้น เนื่องจากเครื่องหมายสามารถค้นพบได้ครบทุกตัว

ข้อเสนอแนะ

1) ในการทำเครื่องหมาย VIE จากยางพาราที่ผสมสีอะคริลิคสะท้อนแสงและหมึก rotring ได้ทดลองใช้สีแดงเพียงสีเดียว จึงควรศึกษาสีมากกว่า 1 สี เช่น สีส้ม สีชมพู สีเหลือง สีเขียว และสีน้ำเงิน และควรศึกษาสีชนิดอื่นๆ ที่จะนำผสมกับยางพารา เช่น Alcian Bule Dye, National Fast Blue 8 GXM เป็นต้น เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองทำเครื่องหมาย VIE tag จากยางพาราที่ผสมสีอะคริลิคสะท้อนแสงและหมึก rotring และควรศึกษาผลของ VIE tag ที่มีขายในเชิงพาณิชย์เพื่อที่จะนำมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองทำเครื่องหมาย VIE จากยางพาราในครั้งนี้ และสามารถนำความรู้การทำเครื่องหมาย VIE จากยางพาราไปประยุกต์ใช้กับสัตว์น้ำชนิดอื่นๆที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ หรือเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับผู้สนใจเพื่อทำการศึกษาโดยละเอียดต่อไป

2) การฉีดสี ผู้ศึกษาได้ทดลองใช้อะคริลิคสะท้อนแสงเพียงชนิดเดียว จึงควรศึกษาสีชนิดอื่นๆ เช่น Alcian Bule Dye, National Fast Blue 8 GXM เป็นต้น เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการฉีดสีอะคริลิคสะท้อนแสง

3) การตีตรา ผู้ศึกษาได้ทำการทดลองการตีตราร้อนเพียงวิธีเดียว จึงควรศึกษาการตีตราวิธีอื่นๆ เช่น การตีตราเย็นและการตีตราโดยใช้สารเคมี เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการตีตราร้อน

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2554. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง.

จันทร์ฉาย ทองปิ่น, สุดศิริ เหมสี, ปวีณ อินทรสันติ, รัตติกาล ขันธ์เครือ และศุภลักษณ์ ไทพิทักษ์. 2548. โครงการการใช้ยางธรรมชาติที่ถูกดัดแปรเพื่อปรับปรุงความเหนียวของอีพอกซีเรซิน. นครปฐม: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

จรัญ จันทลักขณา. 2549. สถิติ: วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. กรุงเทพฯ: มหาลัยวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดนัย สมใจ, อรอุมา พาลเสือ และสมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ. 2551. ความเป็นพิษและประสิทธิภาพของน้ำมันกานพลูในการสลบปลากัดจีน. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ 11: 30-38.

ธนิษฐา ทรรพนันทน์. 2543. การทำเครื่องหมายและการติดเครื่องหมายสัตว์น้ำ.*ใน* ชีววิทยาประมง.(บรรณาธิการ ธนิษฐา ทรรพนันทน์) หน้า 70-75. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นาวิน มหาวงศ์, เมธา คชาภิชาติ, ปฏิพัทธ์ อภิธนกุล และประโยชน์ บุญประเสริฐ. 2549. กานพลูพืชสารพัดประโยชน์ และการทดลองเบื้องต้นในการใช้น้ำมันกานพลูเป็นยาสลบในปลาน้ำจืดที่สำคัญทางเศรษฐกิจบางชนิด. วารสารการประมง 59: 524-532.

นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์ และวิรัช จิ๋วแหยม. 2539. ความต้องการโปรตีนในอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของปลาหมอไทย (*Anabas testudineus*). วารสารแก่นเกษตร 24: 116 – 120.

พงษ์ธร แซ่อุย. 2548. ยาง : ชนิด สมบัติ และการใช้งาน. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติ.

พงษ์ธร แซ่อุย. 2554.โครงสร้างทางเคมีของยางธรรมชาติ. เข้าถึงได้จาก http://www.rubbercenter.org /files/technologys.pdf. (เข้าถึงเมื่อ 1 มิถุนายน 2554).

พรพรรณ นิธิอุทัย. 2540. ยาง เทคนิคการออกสูตร. ปัตตานี: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิมล เหมะจันทร์. 2528. ลักษณะภายนอกของปลา. *ใน* ชีววิทยาปลา หน้า 47-77. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมพงษ์ ดุลจินดาชบาพร. 2542. การเพาะลี้ยงปลาหมอไทย. ขอนแก่น: ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุจินต์ โรจนพิทักษ์. 2550. การเลี้ยงปลาหมอ. กรุงเทพ: เกษตรสยามบุ๊คส์.

สุภาพร สุกสีเหลือง. 2542. ลักษณะภายนอกของปลา. *ใน* มีนวิทยา หน้า 35-56. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีจำกัด.

สุวิมล ศิริวงศ์. 2550. การเตรียมเทอร์โมพลาสติกอีลาสโตเมอร์จากการเบลนด์ของยางธรรมชาติมาลิเอตกับพอลิเมทิลโดยกระบวนการวัลคาไนเซชันแบไดนามิกส์. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อุทัยรัตน์ ณ นคร และวงศ์ปฐม กมลรัตน์. 2551. เครื่องหมายพันธุกรรมเพื่อการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม. *ใน* พันธุศาสตร์ประชากรเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. (บรรณาธิการอุทัยรัตน์ ณ นคร และ วงศ์ปฐม กมลรัตน์) หน้า 46-74. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุทัยรัตน์ ณ นคร และวิทย์ ธารชลานุกิจ. 2526. การทดลองเบื้องต้นในการทำเครื่องหมายปลาดุกด้าน (*Clarias batrachus* Linn.) (โครงการวิจัยที่ พ-ล ๔.๒๖ โครงการปรับปรุงพันธุ์ปลาที่สำคัญทางเศรษฐกิจ). กรุงเทพฯ: รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Arizona Game and Fish Department. 2009. Carlin tags. Available from: http:// www.azgfd.gov/ w_c/ Fish_ Tagging_Marking_Techniques.shtml. (Accessed 18 November 2010).

Astorga, N., Afonso, J. M., Zamorano, M. j., Montero, D., Oliva, V., Fernandes, H. and Izquierdo, M. S. 2005. Evaluation of visible implant elastomer tags for tagging juvenile gilthead seabream (*Sparus auratus* L.) ; effects on growth, mortarity, handling time and tag loss. Aquaculture Research 36: 733-738.

Basavaraju, Y., Devi, B. S. R., Mukthayakka, G., Reddy, P. L., Mair, G. C., Roderick, E. E. and Penman, D. J. 1998. Evaluation of marking and tagging methods for genetic studies in carp. Journal of Bioscience 23: 585-593.

Blankenship, H. L. 1993. Evaluation of visible implant and sequentially coded wire tags in sea-run cutthroat trout. North American Journal of Fisheries Management 13: 391-394.

Brennan, N. P., Leber, K. M. and Blackburn B. R. 2007. Use of coded-wire and visible implant elastomer tags for marine stock enhancement with juvenile red snapper *Lutjanus campechanus*. Fisheries Research 83: 90–97.

Brock, J. A. and Farrell, R. K. 1977. Freeze and laser marking of channel catfish. Progressive Fish Culturist 39: 138.

Bryan, R. D. and Ney, J. J. 1994. Visible implant tag retention by and effects on condition of a stream population of brook trout. North American Journal of Fisheries Management 14 : 216-219.

Buckley, R. M. and Blankenship, H. L. 1990. Internal extrinsic identification systems : overview of implanted wire tags, otolith marks, and parasites. American Fisheries Society Symposium 7: 173-182.

Ebener, M. P. and Copes, F. A. 1982. Loss of floy anchor tags from lake whitefish. North American Journal of Fisheries Management 2: 90-93.

Eschmeyer, W. N. 1998. *Anabas testudineus* (Bloch, 1792). Available from: http://www.itis.gov/servlet/singlerpt/singlerpt?search_topic=tsn&search_172585. (Accessed 18 September 2009).

Fair, C. T. 1999. Concerted Action "Improvements of Tagging Methods for Stock Assessment and Research in Fisheries" (CATAG). Available from: http://www.hafro.is/catag/greference/chapter4a.html. (Accessed 18 September 2009).

Fiona O 'Flynn, M. Sc. 1990. The Establishment of a Salmon Breeding Programme for lrish Aquaculture an Assessment. New Brunswick: University of New Brunswick.

Fishbio Fish Marking. 2011a. Chemical Branding (silver nitrat). Available from: http://www.fishmarking.com/external_chemical_branding.php. (Accessed 20 January 2012).

Fishbio Fish Marking. 2011b. Passive Integrate Transponder tag(PIT tag). Available from: http://www.fishmarking.com/electronic_pit_tag.php. (Accessed 20 January 2012).

Fishbio Fish Marking. 2011c. Tattooing. Available from: http://www.fishmarking.com/external_innoculation_tattoo_photonic.php. (Accessed 20 January 2012).

Floy tag and Manufacturing Inc. 2004. Floy fingerling tag. Available from: http:// www.floytag.com/uploads/floycatalog.pdf. (Accessed 15 January 2010).

Frederick, J. L. 1997. Evaluation of fluorescent elastomer injection as a method for marking small fish. Bulletin of Marine Science 61: 399-408.

Fryda, N. J., Laux, J. W., Koupal, K. D. and Hoback, W. W. 2007. Successful application of visible implant elastomer tags on crappies (*Pomoxis* spp.) without the use of anesthetic. Fisheries Management and Ecology 14: 235-238.

Fuentes, L., Otero, J. J., Moxica, C., Sánchez, F. J. and Iglesias, J. 2006. Application of different external tagging methods to *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797, with special reference to T-bar anchor tags and Petersen disks. Boletin del Instituto Espanol De Oceanografia 22: 3-11.

Fujihara, M. P. and Nagatani, R. E. 1967. Cold and mild heat marking of fish. Progressive Fish Culturist 29: 172-174.

Fuller, S. A., McEntire, M. and Ludwig, G. M. 2010. Development and testing of a pedigree-marking system using visible implant elastomer tags for selective improvement in Morone breeding programmes. Aquaculture Research 41: 1250-1254.

Gjedrem, T. 1983. Genetic variation in quantitative traits and selective breeding in fish and shellfish. Aquaculture 33: 51-72.

Gjerde, B. and Refstie, T. 1988. The effect of fin-clipping on growth rate, survival and sexual maturity of rainbow trout. Aquaculture 73: 383-389.

Gunnes, K. and Refstie, T. 1980. Cold-branding and fin-clipping for marking of salmonids. Aquaculture 19: 295-299.

Guy, C. S., Blankenship, H. L. and Nielson, L. A. 1996. Tagging and Marking. *In* Fisheries Techniques. pp. 353-384. Maryland: American Fisheries Society.

Hargreaves, N. B. 1992. An electronic hot branding device for marking of fish. Progressive Fish Culturist 54: 99-104.

Harvey, B. 1997. Tagging and Marking Fish for IDRC Research Projects. Victoria: Marine Technology Ltd.

Hallprint Fish Tagging. 2010a. Dart tags. Available from: http://www.hallprint.com/plastic_ tipped_ dart_ tags.html. (Accessed 15 January 2010).

Hallprint Fish Tagging. 2010b. Internal anchor tag. Available from: http://www.hallprint.com/ plastic_tipped_anchor_tags.html. (Accessed 15 January 2010).

Hallprint Fish Tagging. 2010c. T-bar anchor tags. Available from: http://www.hallprint.com/ plastic_tipped_t-bar_tags.html. (Accessed 15 January 2010).

Ifish . 2010. Spaghetti tag. Available from: http://www.ifish.net/board/showthread.php?t=187449 (Accessed 15 January 2010).

Jones, R. N. and Roseberg, R. 1997. An Evaluation of Adipose Fin Clip Versus Left Ventral Fin Clip as Mass Marks for Hatchery Spring Chinook Salmon. Idaho: United States Fish and Wildlife Service.

Joyce, J. A. and El-Ibiary, H. M. 1977. Persistency of hot brands and their effects on growth and survival of fingerling channel catfish. The Progressive Fish-Culturist 39: 112-114.

Kelly, W. H. 1967. Marking freshwater and a marine fish by injected dyes. Transactions of the American Fisheries Society 96: 163-175.

Lehigh Coldwater Fishery Alliance. 2010. Adipose finclip. Available from: http://www.thelehigh river. (Accessed 20 January 2012).

McAllister, K. W., McAllister, P. E, Simon, R. C. and Werner, J. K. 1992. Performance of nine external tags on hatchery-reared rainbow trout. Transactions of the American Fisheries Society 121: 192-198.

McFarlane, G. A. and Beamish, R. J. 1990. Effect of an external tag on growth of sablefish (*Anoplopoma fimbria*), and consequence to mortality and age at maturity. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 47: 1551-1557.

Moav, R., Wohlfarth, G. and Lahman, M. 1960. An electric instrument for brand marking fish. Bamidgeh 12: 92-95.

Muoneke, M. L. 1992. Loss of floy anchor tags from white bass. North American Journal of Fisheries Management 12: 819-824.

Navarro, A., Ovila, V., Zamorano, M. J., Gines, R., Izquierdo M. S., Astorga, N., Afonso, J. M., 2006. Evaluation of PIT system as a method to tag fingerlings of gilthead seabream (*Sparus auratus* L.): Effects on growth, mortality and tag loss. Aquaculture 257: 309-315.

Northwest Marine Technology. 2008. Visible implant elastomer tag project manual. Available from: http://www.nmt.us/support/appnotes/ape06.pdf. (Accessed 26 June 2010).

Northwest Marine Technology. 2010a. Code wire tags (CWTs). Available from: http://www. nmt.us/products/cwt/mkiv/mkiv.htm. (Accessed 15 January 2010).

Northwest Marine Technology. 2010b. Visible implant elastomer tags. Available from: http:// www.nmt.us/products/vie/vie.htm. (Accessed 15 January 2010).

Northwest Marine Technology. 2010c. Visible implant tag (VIT). Available from http://www. nmt-inc.com/products/via/vialpha_instructions.pdf. (Accessed 15 January 2010).

Olsen, E. M. and Vollestad, L. A. 2001. An evaluation of visible implant elastomer for marking age-0 brown trout. Fisheries Management 21: 967-970.

Sanchez-Lamadrid, A. 2001. Effectiveness of four methods for tagging juveniles of farm-reared gilthead sea bream, *Sparus aurata*, L. Fisheries Management and Ecology 8: 271-278.

Saura, A. 1996. Use of hot branding in marking juvenile pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). Annales Zoologici Fennici 33: 617-620.

Simon, J. 2007. Evaluation of marking european silver eels with visible implant elastomer tags and alcian blue. Journal of Fish Biology 70: 303–309.

Smith, R. J. F. 1970. A technique for marking small fish with injected fluorescent dyes. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 27: 1889-1891.

Smitherman, R. O., Dunham, R. A. and Tave, D. 1983. Review of catfish breeding research 1969-1981 at Auburn University. Aquaculture 33: 197-205.

Studenkov, S. H., Georgieva, M. B., Uzunova, E. P., Nikolova, M. N. and Velkov, B. 2008. Experimental application of visible implant elastomer for tagging of pumpkinseeds (*Lepomis gibbosus* L.). Proceedings of the Anniversary Conference of Ecology, Plovdiv, Bulgaria, 1 November 2008, pp. 494-502.

Tranquilli, J. A. and Childers, W. F. 1982. Growth and survival of largemouth bass tagged with floy anchor tags. North American Journal of Fisheries Management 2: 184-187.

Weathers, K. C., Morse, S. L., Bain, M. B. and Davies,W. D. 1990. Effects of abdominally implanted internal anchor tags on largemouth bass. American Fisheries Society Symposium 7: 117-120.

Worldfish Center. 2004. GIFT Technology Manual: An Aid to Tilapia Selective Breeding. Penang: Sun Printers.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
วิธีคำนวณรูปแบบของเครื่องหมาย

1) ในกรณีที่ทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่ง และมีเพียงรูปแบบเดียว เช่น การตีตราร้อนทำเครื่องหมายเป็นรูป (–) จะใช้วิธีการจัดหมู่ (combination) (จรัญ, 2549)

การคำนวณ

โดยใช้สูตร $${}^{n}C_{r} = \frac{n!}{(n-r)!r!}$$

$$= \frac{4!}{(4-2)!2!}$$

$$= 6$$

โดยที่ n = ตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายบนตัวปลาทั้งหมด (จากการทดลองมี 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งที่ 1 ด้านซ้ายและด้านขวา, ตำแหน่งที่ 2 ด้านซ้ายและด้านขวา)

r = ตำแหน่งที่เลือกทำเครื่องหมายบนตัวปลา (จากการทดลองมี 2 ตำแหน่ง)

ดังนั้น การตีตราร้อน 2 ตำแหน่ง ทำเครื่องหมายเป็นรูป (–) สามารถทำได้ 6 รูปแบบ

2) ในกรณีที่ทำเครื่องหมายรูปแบบเดียวกัน 2 ตำแหน่ง และมีรูปแบบต่างกัน เช่น การตีตราร้อนทำเครื่องหมายเป็นรูป (-,|) จะใช้วิธีการเรียงสับเปลี่ยน (permutation) (จรัญ, 2549)

การคำนวณ

โดยใช้สูตร $${}^{n}P_{r} = \frac{n!}{(n-r)!}$$

$$= \frac{4!}{(4-2)!}$$

$$= 12$$

โดยที่ n = ตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายบนตัวปลาทั้งหมด (จากการทดลองมี 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ตำแหน่งที่ 1 ด้านซ้ายและด้านขวา, ตำแหน่งที่ 2 ด้านซ้ายและด้านขวา)

r = ตำแหน่งที่เลือกทำเครื่องหมายบนตัวปลา (จากการทดลองมี 2 ตำแหน่ง)

ดังนั้น การตีตราร้อน 2 ตำแหน่ง ทำเครื่องหมายเป็นรูป (-,|) สามารถทำได้ 12 รูปแบบ

3) ในกรณีที่ทำเครื่องหมายร่วมกัน เช่น การตีตราร้อนร่วมกับการดึงก้านครีบหลังจะใช้วิธีกฎการคูณ (multiplication law) (จรัญ, 2549)

การคำนวณ

โดยใช้สูตร จำนวนรูปแบบ = ผลคูณของจำนวนรูปแบบของเครื่องหมายในแต่ละแบบ

= รูปแบบที่ได้จากการตีตราร้อน 1 ตำแหน่ง x รูปแบบที่ได้จากการดึงก้านครีบหลัง 1 ตำแหน่ง

= 4 x 6

= 24

ดังนั้นการตีตราร้อน 1 ตำแหน่ง ร่วมกับการดึงก้านครีบหลัง 1 ตำแหน่ง สามารถทำได้ 24 รูปแบบ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายสหภัทร์ ดือราซอ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5210620014

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	2551

ทุนการศึกษาที่ได้รับระหว่างการศึกษา

ทุนบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปีการศึกษา 2555

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

การเผยแพร่ในการประชุมวิชาการ

นายสหภัทร์ ดือราซอ และจารุณี เชี่ยววารีสัจจะ. 2556. เทคนิคการทำเครื่องหมายเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ปลาหมอไทย *Anabas testudineus* (Bloch, 1792). การประชุมวิชาการ งานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 11 ณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร 30-31 กรกฎาคม 2556 หน้า 502-509.