



ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของความขุ่นต่อการเติบโตและการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลานิล

(*Oreochromis niloticus*)

Effect of Turbidity on Growth and Skin Colour of Nile Tilapia

(*Oreochromis niloticus*)

โดย

นายอดิชาติ ทิพนันท์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

Department of Fisheries Science Faculty of Agricultural Technology

King Mongkut's Institute of Technology Lardkrabang

Bangkok 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของความขุ่นต่อการเติบโตและการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลานิล  
(*Oreochromis niloticus*)  
Effect of turbidity on growth and skin color of Nile tilapia  
(*Oreochromis niloticus*)

ชื่อนักศึกษา นายอดิชาต ทิพนันท์

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์)

ภาควิชารับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 28 เดือน พ.ย. พ.ศ. 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของความขุ่นต่อการเติบโตและการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลานิล

(*Oreochromis niloticus*)

Effect of Turbidity on Growth and Skin Colour of Nile Tilapia

(*Oreochromis niloticus*)



ม.พ.  
๐138๗  
2649

เลขหมู่.....  
 เลขทะเบียน..... 99443  
 วันเดือนปี..... 17 Jun 2008

b. 11883218  
 i. ....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง  
 คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 กรุงเทพมหานคร 10520  
 ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

### เรื่อง

#### ผลของความขุ่นต่อการเติบโตและการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลานิล

(*Oreochromis niloticus*)

Effect of Turbidity on Growth and Skin Colour of Nile Tilapia

(*Oreochromis niloticus*)

ผลการเลี้ยงปลานิลในน้ำที่มีความขุ่น ( $673.50 \pm 5.56$  NTU) กับปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใสปกติ ( $5.00 \pm 0.02$  NTU) เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำปกติมีน้ำหนักและความยาวเฉลี่ยมากกว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำขุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย  $24.14 \pm 5.51$  และ  $21.20 \pm 4.47$  กรัมต่อตัว ตามลำดับ มีความยาวเฉลี่ย  $11.50 \pm 0.94$  และ  $11.02 \pm 0.64$  เซนติเมตรต่อตัว ส่วนอัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR) ของปลานิลในน้ำใสมากกว่าน้ำขุ่น คือ  $0.69 \pm 0.45$  และ  $0.47 \pm 0.06$  เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ ในด้านการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลานิลโดยเปรียบเทียบจากค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำบริเวณผิวและลาย 4 จุด มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) คือ มีเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำบริเวณผิว  $50.90 \pm 7.85$  และ  $58.92 \pm 8.59$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำบริเวณลาย  $68.12 \pm 5.62$  และ  $78.75 \pm 7.60$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยปลาที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมีลักษณะปรากฏบนลำตัวและลายพาดบนลำตัวเป็นสีขาวมากกว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำใส โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	II
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	11
ผลการทดลองและวิจารณ์	16
สรุปและข้อเสนอแนะ	24
เอกสารอ้างอิง	25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติและน้ำขุ่น	17
2	เปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำหรือเมลานินบริเวณพื้นผิวของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติและน้ำขุ่น	20
3	เปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำหรือเมลานินที่ลายของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติและน้ำขุ่น	20



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปลานิล ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	2
2	อุปกรณ์การวัดความขุ่นของน้ำ (Secchi disk)	5
3	เปอร์เซ็นต์ความเข้มของเมลานินบนเกล็ด	7
4	การฝัง RFID tag ลงใต้ผิวหนังของปลานิลที่ใช้ในการทดลอง	12
5	แผนภาพแสดงขั้นตอนการทดลอง	13
6	ถังเลี้ยงปลาระบบปิดและมีการหมุนเวียนน้ำขนาด 500 ลิตร	14
7	การหาค่าเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดําหรือเมลานินบริเวณพื้นผิว 3 จุดและลาย 3 จุด	15
8	การเติบโตในด้านน้ำหนักของปลานิลตลอดระยะเวลาการทดลอง	18
9	การเติบโตในด้านความยาวของปลานิลตลอดระยะเวลาการทดลอง	18
10	อัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR; %/วัน) ของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติและน้ำขุ่น	19
11	การเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติและน้ำขุ่น	19
12	เปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดําหรือเมลานินบริเวณพื้นผิวของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติและน้ำขุ่น	21
13	เปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดําหรือเมลานินที่ลายของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติและน้ำขุ่น	22
14	การเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติก่อนการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	22
15	การเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นก่อนการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	23
16	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีผิวและลายของปลานิลในน้ำใสปกติและน้ำขุ่น	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

ปลานิลเป็นปลาเศรษฐกิจที่สำคัญ เลี้ยงง่าย โตเร็ว สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ กินอาหารจำพวกพืช สามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้ในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำทั่วไปทั้ง หนอง บึง และ ทะเลสาบ และสามารถขยายพันธุ์ได้ตลอดปี ปลานิลเป็นปลาที่มีรสชาติดี มีความต้องการทาง ตลาดสูง เกษตรกรจึงนิยมเลี้ยงกันมาก เพื่อให้เพียงพอับความต้องการ ทางด้านรูปแบบการเลี้ยง ก็มีทั้งเลี้ยงในบ่อดินและในกระชัง ซึ่งจะมีระดับความขุ่นของน้ำแตกต่างกันไป ความขุ่นของน้ำ เนื่องจากสารอินทรีย์ เช่น ตะกอน และโคลนตม ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ซึ่งมีขนาดตั้งแต่เล็กมาก จนถึงขนาดใหญ่ สารแขวนลอยที่มีขนาดเล็กและไม่ตกตะกอนในแหล่งน้ำธรรมชาติปกติจะมี ขนาดตั้งแต่ 1 – 100 มิลลิไมครอน ( $10^{-6}$  เมตร) ความขุ่น (turbidity) ที่เกิดจากตะกอนดิน (clay particle) เป็นปัญหาหนึ่งของคุณภาพน้ำในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่แก้ไขค่อนข้างลำบาก เนื่องจาก ในน้ำขุ่นมีอาหารธรรมชาติอยู่น้อย ผลผลิตที่ได้จึงค่อนข้างต่ำ และเป็นปัจจัยทางกายภาพ ที่สามารถส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยที่ความขุ่นอาจทำให้สัตว์น้ำเกิด ระบายเคืองที่เหงือก ส่งผลต่อการมองเห็นของสัตว์น้ำ มีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำโดยทั่วไป เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงของพืชในน้ำ ถ้ามีตะกอนมากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ และพืชที่อยู่ในน้ำไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ปริมาณแพลงก์ตอนลดลง รวมทั้งอาจส่งผลกระทบต่อ การละลายของออกซิเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ และยังอาจส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลาซึ่งมีผล โดยตรงต่อลักษณะการเลือกซื้อของผู้บริโภค นอกจากนี้ความขุ่นที่เกิดจากแพลงก์ตอนเป็นที่ ต้องการของการเลี้ยงปลาในบ่อ เพราะจะช่วยป้องกันการเกิดวัชพืชได้น้ำบริเวณกันบ่อได้ เนื่องจากช่วยกำบังแสงแดดไม่ให้ส่องถึงกันบ่อ แต่ถ้ามากเกินไปก็จะส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตและ อัตรารอดของปลาได้เช่นกัน

ดังนั้นการศึกษาถึงผลกระทบของความขุ่นของน้ำที่ส่งผลกระทบต่อ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ในด้าน ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสาเหตุของการเกิดแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากความขุ่นของน้ำ เพื่อ เป็นประโยชน์ในการจัดการสภาพแวดล้อมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้เหมาะสมต่อการ เจริญเติบโตของสัตว์น้ำ และให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตามที่ตลาดต้องการ

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของความขุ่นต่อการเติบโตของปลานิล
2. เพื่อศึกษาผลของความขุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การตรวจเอกสาร

### ปลานิล (*Oreochromis niloticus*)

ปลานิล (ภาพที่ 1) เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งในวงศ์ปลาหมอสี (Cichlidae) มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Nile tilapia ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oreochromis niloticus* (ชื่อเดิมคือ *Tilapia nilotica*) มีรูปร่างลักษณะคล้ายกับปลาหมอเทศ ลักษณะพิเศษของปลานิลนั้น มีริมฝีปากบนและล่างเสมอกันมีเกล็ด 4 แถวตรงบริเวณแก้ม และจะมีลายพาดขวางลำตัวประมาณ 9-10 แถบ มีนิสัยชอบอาศัยอยู่รวมกันเป็นฝูงตามแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง และทะเลสาบ เป็นปลาที่อยู่ได้ทั้งน้ำจืดและน้ำกร่อย มีความอดทน และสามารถปรับปรุงตัวให้เข้ากับธรรมชาติได้ง่าย



ภาพที่ 1 ปลานิล (*Oreochromis niloticus*)

ปลานิลมีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ที่ทวีปแอฟริกาพบทั่วไปตามหนอง บึง และทะเลสาบในประเทศซูดาน ยูกันดา แทนแกเนียกา ปลานิลเข้าสู่ประเทศไทยครั้งแรกโดยสมเด็จพระจักรพรรดิอะกิฮิโตะ เมื่อครั้งดำรงพระอิสริยยศมกุฎราชกุมารแห่งประเทศญี่ปุ่น ซึ่งทรงจัดส่งเข้ามาทูลเกล้าถวายพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2508 จำนวน 50 ตัว ครั้งนั้นได้ทรงโปรดเกล้า ให้ทดลองเลี้ยงปลานิลในบ่อสวนจิตรลดา เป็นหนึ่งโครงการในโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา ผลการทดลอง ปรากฏว่าปลานิลที่ทรงโปรดเกล้าให้ทดลองเลี้ยงได้เจริญเติบโต และแพร่ขยายพันธุ์ได้เป็นอย่างดี ต่อมาจึงได้พระราชทานชื่อว่า “ปลานิล” (โดยมีที่มาจากชื่อแม่น้ำไนล์ (Nile) ที่เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยดั้งเดิม หรือชื่อวิทยาศาสตร์ *Tilapia nilotica*) และพระราชทานพันธุ์ปลาดังกล่าวให้กับกรมประมงจำนวนหนึ่ง เมื่อวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ. 2509 เพื่อนำไปขยายพันธุ์ และแจกจ่ายแก่พสกนิกร และปล่อยลงไว้ตามแหล่งน้ำต่างๆตามที่เห็นว่าเหมาะสม เนื่องจากปลานิลมีคุณลักษณะพิเศษหลายข้อ เช่น กินอาหารได้ทุกชนิด เช่น ไรน้ำ ตะไคร่น้ำ ตัวอ่อนของแมลงและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัตว์น้ำเล็กๆ มีขนาดลำตัวใหญ่ ความยาวประมาณ 10–30 เซนติเมตร แพร่ขยายพันธุ์ง่าย และมีรสชาติดี ในปัจจุบันพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ทรงโปรดเกล้าฯ ให้ทดลองเลี้ยง และแพร่ขยายพันธุ์ปลานิลในบ่อสวนจิตรลดา ต่อไป ในทางวิชาการเรียกสายพันธุ์ปลานิลดังกล่าวว่า "ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา" ซึ่งยังคงเป็นปลานิลสายพันธุ์แท้ที่ประเทศไทยได้รับทูลเกล้าถวายพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว จากพระจักรพรรดิอะกิฮิโตะ (ปรกรณ์, 2541)

### ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นของน้ำ หมายถึง ความสามารถของน้ำที่สกัดกั้นหรือดูดซับปริมาณแสงที่ส่องผ่านไว้ได้ ความขุ่นของน้ำแสดงถึงความสามารถของสารแขวนลอยในน้ำ ที่จะขัดขวางสะท้อนแสงและดูดซับแสงเอาไว้ สิ่งที่ทำให้น้ำขุ่น ได้แก่ อินทรีย์และอนินทรีย์สารในน้ำ ตลอดจนสิ่งมีชีวิตเล็กๆ โดยปรากฏอยู่ในลักษณะสารแขวนลอย เช่น อนุภาคของดิน ทราาย แพลงก์ตอน แบคทีเรีย เป็นต้น (ชนินทร์, 2549)

ความขุ่นของน้ำโดยทั่วไปเกิดจากสารแขวนลอยในน้ำที่มีตั้งแต่ขนาดเล็กมากที่เป็นอนุภาคคอลลอยด์ (colloid) จนถึงขนาดหยาบที่กระจายแขวนลอยอยู่ในน้ำ ตัวอย่างเช่น ดินโคลน ทราายละเอียด สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กจำพวกสาหร่ายเซลล์เดียว แพลงก์ตอน และไดอะตอม สารดังกล่าวสามารถทำให้แสงเกิดการหักเหหรืออาจดูดแสงเอาไว้ไม่ให้ผ่านทะลุได้ จึงทำให้มองเห็นน้ำมีลักษณะขุ่น ความขุ่นที่เกิดมาจากแพลงก์ตอนเป็นที่ต้องการของการเลี้ยงปลาในบ่อ เพราะจะช่วยป้องกันการเกิดวัชพืชได้น้ำบริเวณกันบ่อ เนื่องจากช่วยกำบังแสงแดดไม่ให้ส่องถึงพื้นบ่อมากเกินไป ส่วนความขุ่นที่มีสาเหตุมาจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ จะไม่มีผลกระทบต่อปลา แต่จะมีผลทำให้น้ำเป็นกรด ธาตุอาหารน้อย และแสงส่องผ่านได้น้อย ทำให้การสังเคราะห์แสงน้อยและมีผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำน้อยด้วยเช่นกัน (Boyd, 1990) นอกจากนี้ Jefferson (2001) กล่าวว่าความขุ่นเกิดจากปัจจัยทางด้านชีวภาพและทางด้านกายภาพ สาเหตุของความขุ่นที่เกิดปัจจัยทางชีวภาพ เช่น สัตว์น้ำและสัตว์ปีกที่หากินในน้ำ เช่น เป็ดและห่าน ความขุ่นที่เกิดจากสัตว์น้ำ ได้แก่ กุ้ง และปลาบางชนิด เนื่องจากพฤติกรรมการกินอาหารที่พื้นบ่อหรือทำให้ดินเป็นโพรงเพื่อหลบซ่อน และเกิดจากปัจจัยทางกายภาพ เช่น ลม คลื่น การกัดเซาะของดิน และการไหลของน้ำ บ่อน้ำที่มีการไหลของน้ำรอบๆ บ่อ อาจทำให้เกิดความขุ่นเนื่องจากดินบริเวณนั้นจะถูกน้ำพัดพามาด้วย ซึ่ง Yi *et al.* (2003) กล่าวว่าความขุ่นจากดินหรือโคลน เป็นหนึ่งในปัญหาการจัดการบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ซึ่งความขุ่นในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำโดยส่วนใหญ่เกิดจากน้ำฝนที่ไหลจากคันบ่อซึ่งมีปริมาณของดินกระจายอยู่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบ่อที่มีพื้นผิวของคันดินกว้างและแห้งแล้ง การกัดเซาะของขอบบ่อเกิดจากการเคลื่อนที่ของน้ำและการขุดคุ้ยของปลาบางชนิด อนุภาคของสารแขวนลอยในบ่อน้ำที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพลงก์ตอน โดยลดการส่องผ่านของแสงและการรวมตัวกันของสารอาหารจากน้ำในบริเวณต่างๆ ในบ่อน้ำที่มีความขุ่นมากมักจะมีระดับของธาตุอาหารต่ำและจำกัดการส่องผ่านของแสงที่ใช้สำหรับการสังเคราะห์แสงซึ่งส่งผลให้ผลผลิตขั้นต้นในบ่อลดลง ในบ่อที่มีการเติมปุ๋ย ความขุ่นมักจะจำกัดผลผลิตและการเจริญเติบโตของปลา สาเหตุของความขุ่นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 สาเหตุหลัก ดังนี้

1. ปัจจัยทางด้านชีวภาพที่ทำให้เกิดความขุ่น ได้แก่ สัตว์น้ำและสัตว์ปีกที่หากินในน้ำ เช่น เป็ดและ ห่าน ความขุ่นที่เกิดจากสัตว์น้ำ ได้แก่ กุ้ง และปลาบางชนิด เนื่องจากพฤติกรรมการกินอาหารที่พื้นบ่อ หรือทำให้ดินเป็นโพรงเพื่อหลบซ่อน ปลาคอมมอนคาร์ป ปลาทอง และปลา bluehead จำนวนมาก อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำขุ่น เนื่องจากกิจกรรมการวางไข่และกิจกรรมการกินอาหารบริเวณพื้นบ่อ สาหร่ายหลายชนิดที่สามารถเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ในเวลาอันสั้น หรือที่เรียกว่าการบลูม ทำให้มีสาหร่ายจำนวนมาก จนทำให้แหล่งน้ำนั้นๆ เปลี่ยนสีไป และมักทำให้สัตว์น้ำตาย (Jefferson, 2001)
2. ปัจจัยทางด้านกายภาพ ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความขุ่นในน้ำ ได้แก่ ลม คลื่น การกัดเซาะของดิน และการไหลของน้ำ บ่อน้ำที่มีการไหลของน้ำรอบๆ บ่อ อาจทำให้เกิดความขุ่นเนื่องจากดินบริเวณนั้นจะถูกน้ำพัดพามาด้วย (Jefferson, 2001)

### การหาปริมาณความขุ่น

Murphy (2004) รายงานว่าความขุ่นคือการวัดปริมาณการส่องผ่านของแสงลงไปใต้น้ำที่มีอนุภาคต่างๆแขวนลอยอยู่ การกระจายตัวของแสงจะเพิ่มขึ้นเมื่อของแข็งแขวนลอยอยู่ และปริมาณของแพลงก์ตอนมากขึ้น ความขุ่นที่เกิดขึ้นในน้ำที่มีการเคลื่อนที่ช้าและลึก สามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า secchi disk (ภาพที่ 2) ซึ่ง secchi disk คือแผ่นวงกลมที่มีสีขาวสลับดำ และมีเส้นผ่าศูนย์กลางกว้าง 20 เซนติเมตร แผ่นวงกลมจะถูกหย่อนลงไปใต้น้ำจนกระทั่งระดับความลึกที่แผ่นวงกลมไม่ปรากฏให้เห็นชัดจะเรียกว่า secchi depth และมีหน่วยวัดเป็นเมตร แต่ secchi disk จะไม่สามารถใช้กับน้ำตื้นและกระแสน้ำที่ค่อนข้างแรงและเร็วได้ ในน้ำประเภทนี้จะใช้เครื่องวัดที่เรียกว่า turbidimeter หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า nephelometer มีหน่วยวัดเป็น Nephelometer Turbidity Units (NTUs)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 อุปกรณ์การวัดความขุ่นของน้ำ (secchi disk)

ที่มา : <http://www.cormix.info/images/25,CayugaLakeMar846.jpg>

### ผลกระทบของความขุ่นต่อการเจริญเติบโตของปลา

Meutter *et al.* (2005) ศึกษาการเลี้ยงปลา *Ischnura elegans* ในน้ำที่มีความขุ่นและในน้ำใส พบว่าลูกปลาที่ถูกเลี้ยงในน้ำที่มีความขุ่นเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ จะมีพฤติกรรมการว่ายน้ำที่คล่องแคล่วว่องไวกว่าลูกปลาที่ถูกเลี้ยงในน้ำใส และค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของปลาที่เลี้ยงในน้ำขุ่นจะมากกว่าอีกด้วย จากกล่าวได้ว่าความขุ่นมีผลกระทบเชิงบวกต่อการอนุบาลลูกปลา และ Lin *et al.* (1999) ได้ทดลองเลี้ยงปลานิลแปลงเพศในบ่อต่างๆ คือ บ่อควบคุม บ่อที่คลุมขอบบ่อกันตะกอนจากด้านบน บ่อที่คลุมพื้นบ่อด้วยปุ๋ยธรรมชาติ บ่อที่คลุมพื้นบ่อด้วยตาข่ายกันตะกอนที่เกิดจากปลา และบ่อที่เติมปูนขาว 2 ครั้งต่อสัปดาห์ในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ พบว่าบ่อที่มีการเติมปูนขาวทำให้อัตราการเจริญเติบโตของปลานิลดีที่สุด ส่วนในกลุ่มที่มีการคลุมพื้นบ่อด้วยปุ๋ยธรรมชาติจะพบว่ามียืดารอดและมีผลผลิตสุทธิต่ำที่สุด และมีอัตราการตายสูงที่สุด ซึ่งเป็นไปได้ว่าในบ่อมีความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำ เนื่องจากมีการย่อยสลายของปุ๋ยในช่วงเดือนแรกของการเลี้ยง นอกจากนี้มีการอนุบาลลูกปลาม้า (*Boesemania microlepis* Bleeker) โดยใช้น้ำผสมโคลนที่มีความขุ่นระดับต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 97.6, 214.2 และ 500 NTU เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของลูกปลาม้า พบว่าลูกปลาม้าที่ระดับความขุ่น 0 NTU ตาย 100 เปอร์เซ็นต์ จึงไม่มีข้อมูลอัตราการเจริญเติบโต ส่วนการเจริญเติบโตของลูกปลาม้าพบว่าลูกปลาม้ามีน้ำหนักเฉลี่ย  $0.04 \pm 0.02$ ,  $0.03 \pm 0.01$  และ  $0.02 \pm 0.01$  ตามลำดับ และมีความยาวลำตัวเฉลี่ย  $1.42 \pm 0.34$ ,  $1.30 \pm 0.23$  และ  $1.17 \pm 0.13$  เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติทั้งน้ำหนักและความยาวของลูกปลาม้าที่อนุบาลในตู้ที่ผสมโคลนที่มีความขุ่นระดับ 97.6 NTU กับความขุ่นระดับ 500 NTU มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ส่วนที่ระดับความขุ่น 214.2 NTU ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (วรวิทย์ และคณะ, 2548) และรัตนสุดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

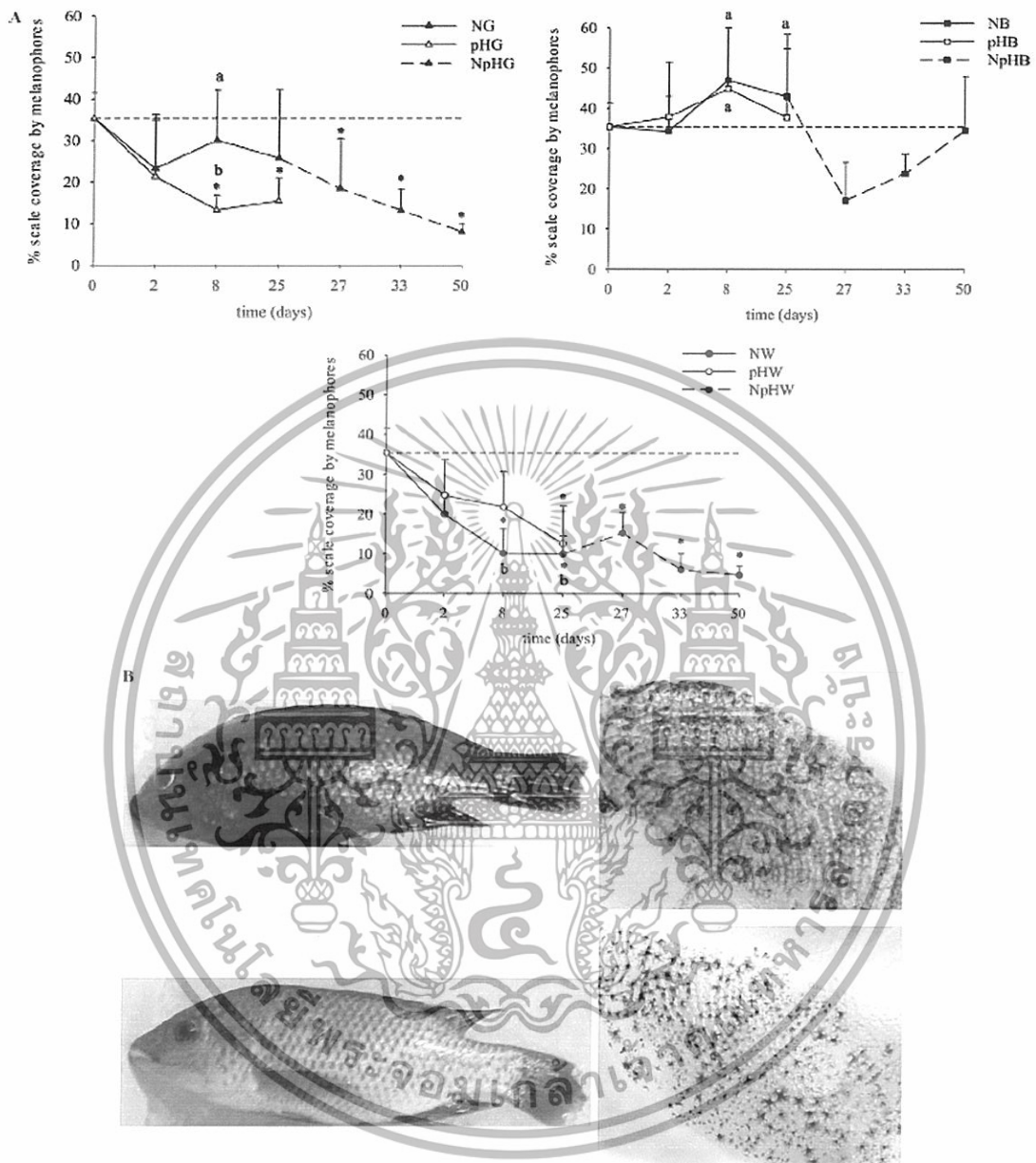
(2544) ศึกษาผลของความชุ่มต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลานิล โดยใช้ความชุ่มจากตะกอนของดินเหนียว โดยนำดินเหนียวมาตากให้แห้งแล้วบดละเอียดเพื่อใช้ในการเตรียมความชุ่ม 4 ระดับ คือ 0(control), 1,000, 2,000 และ 4,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการเลี้ยงลูกปลานิลที่มีอายุ 2 เดือน เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยและอัตราการรอดตายของปลานิลในแต่ละชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในชุดการทดลองความชุ่ม 0 mg/l, 1,000 mg/l, 2,000 mg/l และ 4,000 mg/l มีน้ำหนักเฉลี่ย  $1.65 \pm 0.10$ ,  $2.19 \pm 0.45$ ,  $1.80 \pm 0.05$  และ  $1.89 \pm 0.18$  กรัมต่อตัว ตามลำดับ และมีอัตราการรอดตาย  $81.12 \pm 7.27$ ,  $93.33 \pm 5.08$ ,  $93.33 \pm 3.84$  และ  $93.44 \pm 1.92$  เปอร์เซ็นต์

### ผลกระทบของความชุ่มต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลา

ลักษณะของสีปลาที่มองเห็นจากภายนอก หรือที่เรียกว่า "ฟีโนไทป์ (Phenotype)" ซึ่งเป็นลักษณะของสิ่งมีชีวิต (เกี่ยวกับโครงสร้าง เกี่ยวกับชีวเคมี เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพ และเกี่ยวกับพฤติกรรม) ที่พิจารณาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างจีโนไทป์ (Genotype) และสิ่งแวดล้อม (Blamire, 2000) สีปลาในกลุ่ม tilapia บริเวณลำตัวและครีบมักจะแตกต่างกันตามสายพันธุ์ บริเวณกระดูกแก้มของปลานิล (Nile tilapia) เพศผู้ที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วมีสีเทาหรือสีชมพู ในขณะที่ปลา Mozambique tilapia มีสีเหลืองเข้มกว่า (Popma and Masser, 1999) อย่างไรก็ตามสีของปลาในกลุ่มนี้มักจะไม่น่าสนใจ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ระยะเวลาเจริญเติบโต และแหล่งอาหาร ซึ่งมีอิทธิพลต่อความเข้มสีอย่างมาก (Popma and Masser, 1999) เช่น ปลา Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*) ที่ถูกเลี้ยงในบ่อที่มีพื้นเป็นสีด้ามสีเข้มกว่า ปลาที่ถูกเลี้ยงในบ่อที่มีพื้นเป็นสีเทาและขาวโดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การปกคลุมของเมลานินบริเวณเกล็ด (ภาพที่ 3A และ 3B) (Van der Sam *et al.*, 2004) Reader and McGrouther (2005) รายงานว่าปลาหลายชนิดสามารถเปลี่ยนแปลงสีผิวได้ โดยการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลาเกิดได้ 2 แบบ คือ การเปลี่ยนแปลงสีผิวอย่างช้าๆ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดภายใต้การควบคุมของฮอร์โมน โดยการเปลี่ยนแปลงสีผิวในรูปแบบนี้มักจะเกิดขึ้นกับปลาที่มีการเจริญเติบโตจากระยะวัยอ่อน ผ่านระยะวัยรุ่นจนถึงระยะที่โตเต็มที่ และในช่วงที่มีการผสมพันธุ์ และในปลาหลายชนิดมีการเปลี่ยนแปลงสีผิวเมื่อแหล่งที่อยู่อาศัยเปลี่ยนแปลงและแตกต่างไปจากเดิม และการเปลี่ยนแปลงสีผิวอย่างรวดเร็ว เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดภายใต้การควบคุมของระบบประสาทและฮอร์โมน โดยปลาหลายชนิดสามารถเปลี่ยนแปลงสีผิวได้อย่างรวดเร็ว เป็นผลมาความเครียดจากการจับโดยใช้เบ็ด และแห นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงสีผิวในรูปแบบนี้เกิดขึ้นได้ในปลาที่มีการว่ายน้ำบริเวณพื้นท้องน้ำที่แตกต่างกัน เช่น ปลาที่ว่ายน้ำเหนือพื้นท้องน้ำที่สว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

chromosomes จะย้ายไปอยู่ตรงกลาง มีผลให้ปลามีสีซีด และในทางตรงกันข้ามปลาที่ว่ายน้ำเหนือพื้นท้องน้ำที่มืด เป็นผลให้ chromosomes กระจายทั่วเซลล์ ซึ่งทำให้ปลามีสีเข้ม



ภาพที่ 3 (A) เปอร์เซนต์ความเข้มของเมลานินบนเกล็ด โดยพื้นผิวสีเทาใช้สัญลักษณ์ ▲ , สีดำใช้สัญลักษณ์ ■ และสีขาวใช้สัญลักษณ์ ● (B) สีของปลา tilapia ที่เลี้ยงในบ่อที่มีพื้นผิวสีดำโดยมีเปอร์เซนต์ของเมลานินที่ปกคลุมเกล็ด 36.23% (บน) และสีของปลา tilapia ที่เลี้ยงในบ่อที่มีพื้นผิวสีขาวโดยมีเปอร์เซนต์ของเมลานินที่ปกคลุมเกล็ด 5.39% (ล่าง)

ที่มา: Van der Sam *et al.* (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ Anonemous (2007) กล่าวว่าปัจจัยสำคัญที่มีผลเกี่ยวข้องกับสีปลา ได้แก่ คุณภาพของพันธุ์ปลา นอกจากนี้ น้ำ อุณหภูมิแสงแดด สภาพบ่อเลี้ยงและบ่อรองกับอาหารเป็นสาเหตุที่มีผลเกี่ยวข้องกับสีปลาได้ทั้งนั้นแต่โดยหลักใหญ่ ๆ ร้อยละ 70 ของสีปลาเป็นผลสืบเนื่องโดยตรงจากคุณภาพสายเลือดพันธุ์ของปลา และอีกร้อยละ 30 เท่านั้นที่เกี่ยวกับปัจจัยอย่างอื่น สีแดงและสีเหลืองของแฟนซีคาร์พ หรือปลาเงินปลาทองเป็นสีของคาร์โรทีนชนิดแซนโทแซนทิน (Astaxanthin) แต่ปลาไม่สามารถสร้างคาร์โรทีนชนิดนี้ได้เอง สีของปลาจะขึ้นอยู่กับประเภทและปริมาณของคาร์โรทีนชนิดที่ว่าอยู่ลึกหรือตื้นของชั้นผิวหนังและยิ่งกว่านั้น ถ้าคาร์โรทีนชนิดกับเมลานิน (Melanin) ซ้อนกันจะกลายเป็นสีเขียว สีดำเป็นสีจริงของเมลานิน (Melanin) ปลาสามารถสร้างเมลานินนี้ ขึ้นได้เองในตัวมัน เมลานินนี้ถูกสร้างจากกรดอะมิโน (Amino) ซึ่งเรียกว่าไทโรซินขึ้นภายในตัวปลา มีสีเป็นสีน้ำเงินเข้มและดำ แต่อย่างไรก็ตามถ้าระบบเอนไซม์ (Enzyme) ในตัวปลาที่เปลี่ยนไทโรซินเมลานินผิดปกติ ถึงแม้ในอาหารที่มีไทโรซินก็ตามจะไม่เปลี่ยนเป็นเมลานิน สีปลาจะกลายเป็นสีเขียว และสีขาวเป็นส่วนที่ไม่มีคาร์โรทีนชนิดและเมลานิน

#### เทคนิคการติดบัตรรายตัว (Individual Tagging)

เทคนิคการติดบัตรรายตัว (Individual Tagging) เป็นการทำตำหนิบนตัว (Marking) หรือการติดเครื่องหมาย (Tagging) เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการศึกษาชีวประวัติ และพฤติกรรมของสัตว์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาทำความเข้าใจถึงความเป็นอยู่ แหล่งอาศัย การเคลื่อนที่หากิน หรือการอพยพตามฤดูกาล โดยจะสามารถนำข้อมูลมาพัฒนาเป็นเขตการควบคุมพื้นที่ทำการประมงในช่วงฤดูสืบพันธุ์ หรือเขตอนุบาลตัวอ่อน ซึ่งโดยหลักการทั่วไปการติดเครื่องหมายต้องไม่ทำอันตรายต่อสัตว์ทั้งทางตรง คือทำให้สัตว์บาดเจ็บ และทางอ้อมคือทำให้สัตว์เคลื่อนที่ได้ช้าลงหรือทำให้ศัตรูมองเห็นตัวได้ชัดเจนขึ้น

#### ระบบอาร์เอฟไอดี

อาร์เอฟไอดี หรือ RFID เป็นคำย่อมาจาก Radio Frequency Identification ซึ่งหมายถึงเทคโนโลยีการระบุวัตถุโดยการรับส่งข้อมูลผ่านคลื่นความถี่วิทยุ

ระบบ RFID มีองค์ประกอบหลักอยู่ด้วยกัน 2 ส่วน ส่วนแรกคือ *ทรานสปอนเดอร์หรือแท็ก (Transponder or Tag)* ที่ใช้ติดกับวัตถุต่างๆ ที่เราต้องการ โดยแท็กจะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ เอาไว้ ส่วนที่สองคือ *เครื่องอ่าน/เขียนข้อมูลภายในแท็ก (Interrogator or Reader)* ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แท็กอาร์เอฟไอดีประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ไมโครชิพที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลและควบคุมการทำงานของแท็ก สายอากาศที่ทำหน้าที่รับส่งคลื่นความถี่วิทยุ และ บรรจุภัณฑ์ โดยทั่วไปตัวรูปร่างของแท็กมีได้หลายรูปแบบ เช่น กระดาษ แผ่นฟิล์ม พลาสติก บัตรเครดิต เหรียญ กระดุม ฉลาก ลินค้า แคลปซูล และมีขนาดที่แตกต่างกันออกไป

แท็กอาร์เอฟไอดีสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แท็กแบบพาสซีฟที่สามารถทำงานได้โดยไม่มีแบตเตอรี่ภายใน โดยอาศัยพลังงานจากคลื่นความถี่วิทยุที่ส่งมาจากเครื่องอ่าน และแท็กแบบแอกทีฟที่มีแบตเตอรี่ภายใน โดยมีข้อแตกต่างกันก็คือ แท็กพาสซีฟมีขนาดเล็กและราคาถูกกว่ามาก แต่มีระยะอ่านข้อมูลไกลสูงสุดประมาณ 4-5 เมตร ส่วนแท็กแอกทีฟมีระยะอ่านข้อมูลไกลสูงสุดได้มากกว่า 10 เมตร

### ระบบการทำงานของอาร์เอฟไอดี

ระบบอาร์เอฟไอดีทำงานโดยมีเครื่องอ่านส่งคลื่นความถี่วิทยุออกไป และเมื่อมีแท็กอยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นได้ แท็กจะทำงานและส่งข้อมูลกลับมายังเครื่องอ่าน ถ้าเปรียบเทียบกับระบบรหัสแท่ง (Barcode) โดยแท็ก RFID ก็คือฉลากรหัสแท่งที่ติดกับสินค้าและเครื่องอ่าน RFID ก็คือ เครื่องอ่านรหัสแท่ง (Scanner) โดยทั้งสองระบบมีข้อแตกต่างคือระบบรหัสแท่งจะใช้แสงเลเซอร์ในการอ่าน ดังนั้นแท็กต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกับเครื่องอ่าน และจะต้องไม่มีอะไรบดบังแท็ก ส่วนระบบ RFID จะใช้คลื่นความถี่วิทยุในการอ่านเขียน ส่วนจุดเด่นของระบบ DFID คือเครื่องอ่านสามารถอ่านข้อมูลจากแท็กได้โดยไม่ต้องเห็นแท็กและแท็กไม่จำเป็นต้องอยู่ในแนวเส้นตรงกับเครื่องอ่าน เพียงแต่อยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นวิทยุได้ และเครื่องอ่านแท็กในระบบ RFID ยังสามารถอ่านข้อมูลจากแท็กหลายๆ อันในเวลาเดียวกัน และมีระยะทางในการอ่านข้อมูลได้ไกลกว่าระบบรหัสแท่งอีกด้วย

### ความถี่คลื่นวิทยุของระบบอาร์เอฟไอดี

ในปัจจุบันระบบอาร์เอฟไอดีใช้คลื่นความถี่วิทยุในย่านความถี่ ISM (Industrial-Scientific-Medical) ซึ่งถูกกำหนดให้การใช้งานในเชิงอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์และการแพทย์ โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้ในการสื่อสารทั่วไป คลื่นความถี่วิทยุที่ใช้ในระบบอาร์เอฟไอดีแบ่งออกได้เป็น 4 ย่านหลัก คือ

1. ย่านความถี่ต่ำ (Low frequency: LF) โดยใช้ความถี่ต่ำกว่า 150 kHz.
2. ย่านความถี่สูง (High frequency: HF) โดยใช้ความถี่ 13.56 MHz.
3. ย่านความถี่สูงมาก (Ultra high frequency: UHF) โดยใช้ความถี่ 860-930 MHz.
4. ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave) โดยใช้ความถี่ 2.45 GHz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไประบบอาร์เอฟไอดีย่าน LF และ HF จะมีระยะการอ่านข้อมูลประมาณ 10-20 เซนติเมตร และสูงสุดไม่เกิน 1 เมตร ส่วนระบบอาร์เอฟไอดีย่าน UHF และไมโครเวฟ จะมีอัตราการรับส่งข้อมูลที่เร็วกว่า และมีระยะการอ่านข้อมูลประมาณ 1-10 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกำลังส่งของเครื่องอ่าน ชนิดของแท็ก (พาสซีฟหรือแอคทีฟ) และสภาพแวดล้อมในการใช้งาน (เมื่ออยู่ใกล้โลหะและของเหลว แท็กอาร์เอฟไอดีย่าน UHF และไมโครเวฟ จะมีระยะอ่านลดลง

### ประโยชน์ของระบบอาร์เอฟไอดี

ระบบอาร์เอฟไอดีสามารถนำไปใช้งานได้หลายประเภท โดยอาจแบ่งได้เป็น

1. ระบบความปลอดภัยและควบคุมการเข้าออก (Security & Access control)
2. ทดแทนระบบรหัสแท่ง เช่นการคิดราคาสินค้าในซูเปอร์มาร์เก็ต ผู้บริโภคสามารถนำรถเข็นหรือตะกร้าที่ใส่สินค้าที่ติดแท็กผ่านเครื่องอ่าน RFID เพียงครั้งเดียวก็สามารถคิดเงินสินค้าทุกชิ้นได้ทันที ทำให้ประหยัดเวลาและเพิ่มความสะดวกรวดสบาย นอกจากนี้แท็ก RFID สามารถเก็บข้อมูลอื่นๆ ของสินค้าได้ เช่นวันหมดอายุ
3. ห่วงโซ่อุปทานและระบบลอจิสติก โรงงานสามารถติดแท็ก RFID ไว้กับชิ้นงานเมื่อชิ้นงานผ่านสายพานขนส่งสินค้าในโรงงาน แต่ละแผนกจะรู้ว่าต้องทำอะไรบ้าง และจะต้องส่งชิ้นงานไปที่ไหนต่อ รวมถึงการจัดการสินค้าในคลังสินค้าว่ารับสินค้ามาเมื่อใด จะต้องเก็บไว้ที่ไหน จะส่งไปที่ไหนอย่างไรใครจะมารับ
4. ระบบระบุและติดตามสัตว์ ใช้กับสัตว์เลี้ยง เช่นสุนัขและแมว โดยการฝังแท็ก RFID ไว้ใต้ผิวหนังซึ่งจะทำให้สามารถระบุที่อยู่และชื่อเจ้าของและประวัติสุขภาพของสัตว์ ใช้ในการพัฒนาด้านปศุสัตว์ให้เป็นระบบฟาร์มอัจฉริยะ ทำให้สามารถเก็บประวัติสุขภาพของสัตว์ ข้อมูลสายพันธุ์ ข้อมูลการให้อาหาร และทำให้สามารถควบคุมโรคติดต่อในสัตว์ และตรวจสอบย้อนกลับแหล่งที่มาของเนื้อสัตว์ (Food Traceability) เพื่อตอบรับกับกฎระเบียบทางการค้าของสหรัฐอเมริกา และกลุ่มสหภาพยุโรป
5. ระบบบัตรอิเล็กทรอนิกส์ เช่นบัตรทางด่วน บัตรโดยสารรถไฟฟ้าใต้ดิน บัตรประจำตัวประชาชนอิเล็กทรอนิกส์ หนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์
6. ระบบห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ (e-Library) ในการยืมคืนอัตโนมัติ ทำให้ผู้ใช้บริการสะดวกสบายและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ปลานิลขนาด 10 กรัม จำนวน 80 ตัว
2. ถังพลาสติกขนาด 500 ลิตร 2 ใบ
3. RFID tag ขนาด 1.0x0.25 cm
4. อุปกรณ์การฝัง RFID tag
5. เครื่องอ่านเบอร์ RFID tag (reader)
6. ป้อนอกซิเจน 2 ตัว
7. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และเวอร์เนียร์
8. กล้องถ่ายรูปแบบดิจิทัล
9. น้ำขุ่น  $673.50 \pm 5.56$  NTU
10. อาหารเม็ดสำเร็จรูป

### วิธีการ

#### แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มของปลานิลที่ได้รับการฝัง RFID tag จำนวน 30 ตัว ที่เลี้ยงในน้ำใสปกติ ( $5.00 \pm 0.02$  NTU; control) และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มของปลานิลที่ได้รับการฝัง RFID tag จำนวน 30 ตัวที่เลี้ยงในน้ำขุ่นประมาณ  $673.50 \pm 5.56$  NTU

#### วิธีการทดลอง

##### 1. ขั้นตอนการเตรียมการ

###### 1.1 การเตรียมน้ำขุ่น

1.1.1 เตรียมน้ำสำหรับทดลองโดยถังแรกใส่น้ำปกติ (ถังควบคุม) ปริมาตร 350 ลิตร โดยประมาณ

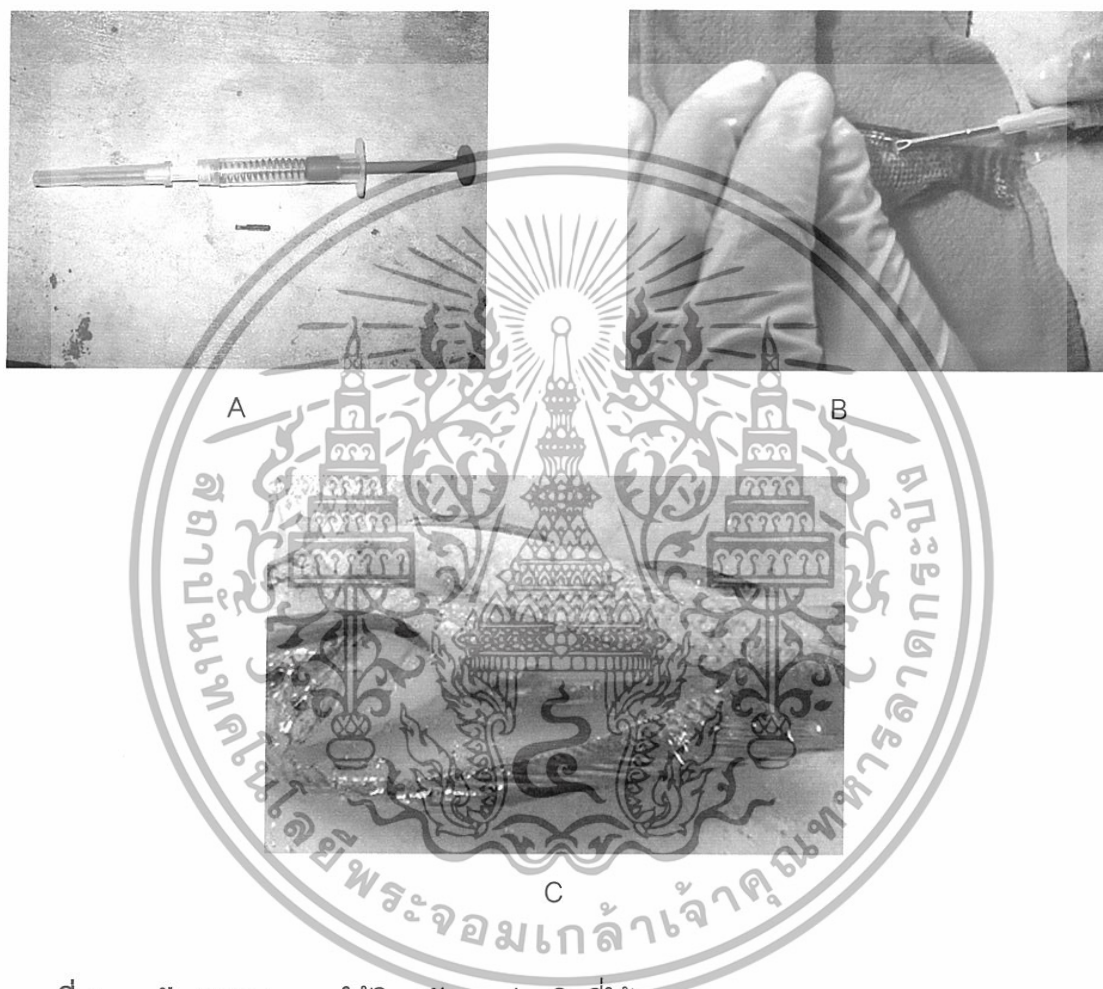
1.1.2 เตรียมน้ำขุ่น ( $673.50 \pm 5.56$  NTU) โดยการเติมน้ำ stock ตะกอนแขวนลอย (colloidal clay) ความเข้มข้นสูงจากภาควิชาปฐพีวิทยาปริมาตร 210 ลิตร เติมน้ำจนได้ปริมาตร 350 ลิตร โดยประมาณ หลังจากนั้นเติมสารละลายโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต (Sodium hexa metaphosphate) เพื่อให้ดินตะกอนแขวนลอยอยู่ในน้ำตลอดเวลา และวัดความขุ่นโดยใช้ Turbidimeter รุ่น 6035 Jenway

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 การเตรียมสัตว์ทดลอง

1.2.1 สุ่มปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา อายุ 25 วัน จากฟาร์มจี่ พันธุ์ปลา ถนนคลองกรุง จำนวน 80 ตัว นำมาอนุบาลในบ่อซีเมนต์ที่เตรียมไว้เพื่อให้ได้ขนาดตัวเริ่มต้น  $8.06 \pm 0.07$  เซนติเมตร ที่สามารถฝัง RFID tag ได้

1.2.2 นำปลาทดลองมาฝัง RFID tag ลงใต้ผิวหนัง (ภาพที่ 4) จำนวน 60 ตัว เพื่อง่ายต่อการเก็บข้อมูล และพักปลาไว้ 1 สัปดาห์ เพื่อให้แผลที่เกิดจากการฝัง RFID tag หายสนิท



ภาพที่ 4 การฝัง RFID tag ลงใต้ผิวหนังของปลานิลที่ใช้ทดลอง

(A) อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการฝัง RFID tag

(B) การฝัง RFID tag

(C) ปลาที่ได้รับการฝัง RFID tag แล้ว

## 2. ขั้นตอนการทดลอง (ภาพที่ 5)

2.1 สุ่มปลาที่ได้รับการฝัง RFID tag จำนวน 60 ตัว มาวัดความยาว ซึ่งน้ำหนักและถ่ายภาพก่อนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สุ่มปลาที่ทำการวัดความยาว ชั่งน้ำหนัก และถ่ายภาพเรียบร้อยแล้ว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ปล่อยลงในถังเลี้ยงปลาระบบปิดและมีการหมุนเวียนน้ำขนาด 500 ลิตร ที่เตรียมไว้ ถึงละ 30 ตัว (ภาพที่ 6)

2.3 ให้อาหารปลาในปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยประมาณ วันละ 2 ครั้ง



ภาพที่ 5 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกอัตราการเติบโตโดยการวัดความยาวลำตัว และชั่งน้ำหนักปลาทดลองทุก 2 สัปดาห์ และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ด้วยโปรแกรมแคสเสดฟาร์ม version 0.1 (รุ่งตะวัน, 2550) เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยบันทึกผลการทดลองเป็นรายตัว

2. บันทึกการเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate ; SGR) โดยคำนวณได้จากสูตรดังนี้

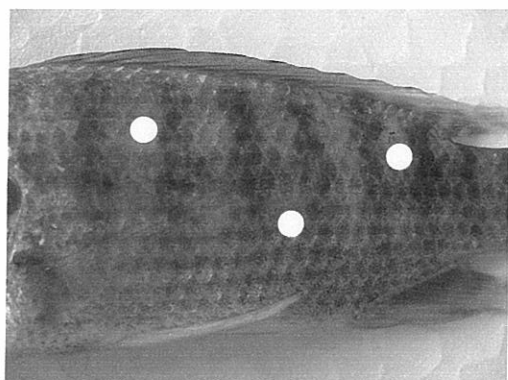
$$SGR (\%/วัน) = \frac{(\ln \text{ น้ำหนักปลาสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{ น้ำหนักปลาเริ่มต้น}) \times 100}{\text{ระยะเวลาทดลอง}}$$

3. บันทึกการเปลี่ยนแปลงของสีผิวจากภาพถ่าย โดยใช้วิธีการหาเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำหรือเมลานิน (ดัดแปลงจากวิธีของ Van der Sam *et al.*, 2004) บริเวณพื้นผิว 3 จุด (ภาพที่ 7A) และลาย 3 จุด (ภาพที่ 7B) ของปลาทดลองด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop CS เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำของปลาทดลองจากภาพถ่าย ทุก 2 สัปดาห์และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

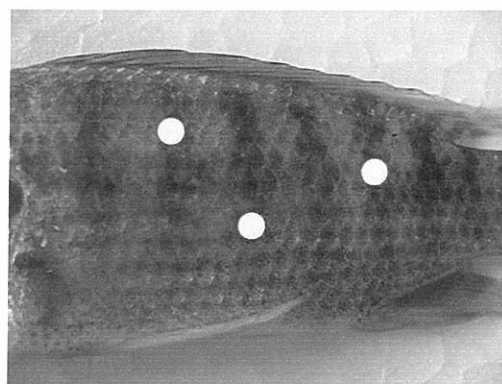


ภาพที่ 6 ถังเลี้ยงปลาระบบปิดและมีการหมุนเวียนน้ำขนาด 500 ลิตร (A) ถังน้ำปกติ และ (B) ถังน้ำขุ่น  $673.50 \pm 5.56$  NTU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A



B

**ภาพที่ 7** การหาค่าเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำหรือเมลานินบริเวณพื้นผิว 3 จุด (A) และลาย 3 จุด (B)

#### **การวิเคราะห์ข้อมูล**

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการใช้และสีผิวของปลาชนิดแต่ละชุดการทดลองแบบ T-test โดยใช้โปรแกรม systat version 5.02 (systat, Inc., 1990)

#### **สถานที่ทำการทดลอง**

ทำการทดลองที่ห้อง D113 ตึกเจ้าคุณทหารฯ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

#### **ระยะเวลาในการทดลอง**

ทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550 ถึงวันที่ 21 มีนาคม พ.ศ.2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. ผลของความขุ่นต่อการเติบโตของปลานิล

การเติบโตจากการทดลองนำปลานิลอายุ 40 วัน ที่ได้รับการฝัง RFID tag มาเลี้ยงในน้ำขุ่นที่มีความขุ่นประมาณ  $673.50 \pm 5.56$  NTU เปรียบเทียบกับการเลี้ยงในน้ำปกติเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าในช่วง 2 สัปดาห์แรกของการทดลองน้ำหนักของปลานิลลดลงอย่างเห็นได้ชัด อาจเกิดจากคุณภาพน้ำในระบบซึ่งระบบการเลี้ยงที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นระบบปิดโดยจะไม่มีการถ่ายน้ำ และมีการอมไข่ของปลาที่มีผลทำให้น้ำหนักของปลาลดลง แต่หลังจาก 2 สัปดาห์แรกของการทดลองพบว่าน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากเดิม เป็นไปได้ว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมีการปรับตัวในการมองเห็นโดยสังเกตจากอาหารการที่ไม่มีอาหารเหลือในถังเลี้ยง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลาที่เลี้ยงในน้ำปกติมีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำขุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) คือ  $24.57 \pm 5.24$  กรัมต่อตัว ส่วนปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย  $21.62 \pm 4.00$  กรัมต่อตัว (ตารางที่ 1, ภาพที่ 8 และ 11 A-C) และเมื่อเปรียบเทียบการเติบโตของปลานิลจากความยาวลำตัว พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติมีความยาวลำตัวเฉลี่ยมากกว่าปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่น คือ  $11.51 \pm 0.94$  และ  $11.02 \pm 0.64$  เซนติเมตรต่อตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 9 และ 11 D-F) และอัตราการเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate) ของปลานิลในถังน้ำใส คือ  $0.69 \pm 0.45$  เปอร์เซ็นต์ต่อวันและปลานิลในน้ำขุ่น คือ  $0.47 \pm 0.06$  เปอร์เซ็นต์ต่อวัน (ตารางที่ 1 และภาพที่ 10) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการทดลองของ Rowe *et al.* (2003) ที่ศึกษาผลของความขุ่นต่อความสามารถในการกินอาหารของปลาเรนโบว์ เทร้าต์ (*Oncorhynchus mykiss*) ในห้องทดลอง โดยเลี้ยงปลาเรนโบว์ เทร้าต์ในน้ำที่มีความขุ่น 0, 10, 20, 40, 80, 160 และ 320 NTU พบว่าปลาเรนโบว์ เทร้าต์สามารถกินอาหารได้เมื่อความขุ่นเพิ่มขึ้นถึง 160 NTU แต่เมื่อความขุ่นเพิ่มขึ้นถึง 320 NTU ความสามารถในการกินอาหารของปลาเรนโบว์ เทร้าต์ลดลง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับรายงานการทดลองของ Rowe and Dean. (1998) ในการทดลองเลี้ยงปลาน้ำจืด 6 ชนิด ได้แก่ ปลา banded kokopu (*Galaxias fasciatus*), smelt (*Retropinna retropinna*), inanga (*Galaxias maculatus*), koaro (*Galaxias brevipinnis*), common bully (*Gobiomorphus cotidianus*) และ redfined bully (*Gobiomorphus huttii*) ในน้ำที่มีความขุ่น 8 ระดับ ได้แก่ 0, 20, 40, 80, 160, 320 และ 640 NTU พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของปลาทดลองลดลง เนื่องจากอัตราการกินอาหารเฉลี่ยของปลาทดลองลดลงเมื่อระดับของความขุ่นเพิ่มขึ้น ซึ่งความขุ่นที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความสามารถในการมองเห็นของปลาลดลง นอกจากนี้จากนี้ รัตนสุดา (2544) ศึกษาผลของความขุ่นต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลานิล โดยใช้ความขุ่นจากตะกอนของดินเหนียว 4 ระดับ คือ 0 (control),

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1,000, 2,000 และ 4,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยและอัตราการรอดตายของปลานิลในแต่ละชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในชุดการทดลองความขุ่น 0 mg/l, 1,000 mg/l, 2,000 mg/l และ 4,000 mg/l มีน้ำหนักเฉลี่ย  $1.65 \pm 0.10$ ,  $2.19 \pm 0.45$ ,  $1.80 \pm 0.05$  และ  $1.89 \pm 0.18$  กรัมต่อตัว ตามลำดับ

ตารางที่ 1 การเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติและน้ำขุ่น (mean $\pm$ SD)

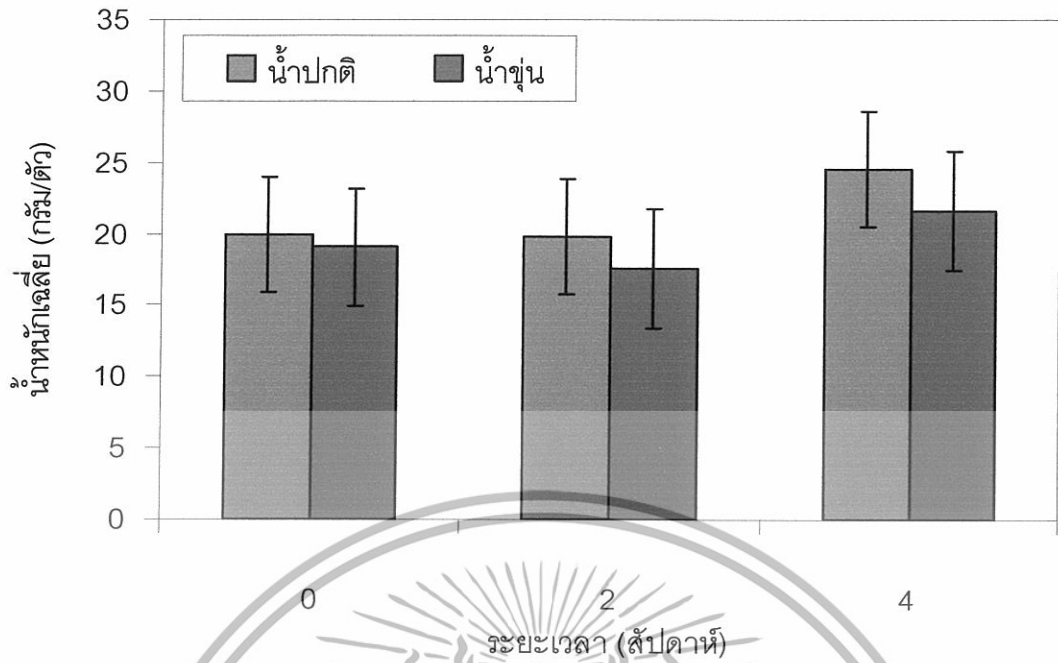
ลักษณะ	น้ำปกติ	น้ำขุ่น
WT0	19.96 $\pm$ 4.03 <sup>a</sup>	19.05 $\pm$ 4.16 <sup>a</sup>
WT2	19.81 $\pm$ 4.06 <sup>a</sup>	17.60 $\pm$ 3.44 <sup>b</sup>
WT4	24.57 $\pm$ 5.24 <sup>a</sup>	21.62 $\pm$ 4.00 <sup>b</sup>
TL0	10.08 $\pm$ 0.79 <sup>a</sup>	9.83 $\pm$ 0.80 <sup>a</sup>
TL2	10.88 $\pm$ 0.78 <sup>a</sup>	10.57 $\pm$ 0.77 <sup>a</sup>
TL4	11.51 $\pm$ 0.94 <sup>a</sup>	11.02 $\pm$ 0.64 <sup>b</sup>
SGR	0.69 $\pm$ 0.45 <sup>a</sup>	0.47 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>

\* WT0, WT2 และ WT3 หมายถึง น้ำหนักตัวเฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 0, 2 และ 4 ตามลำดับ

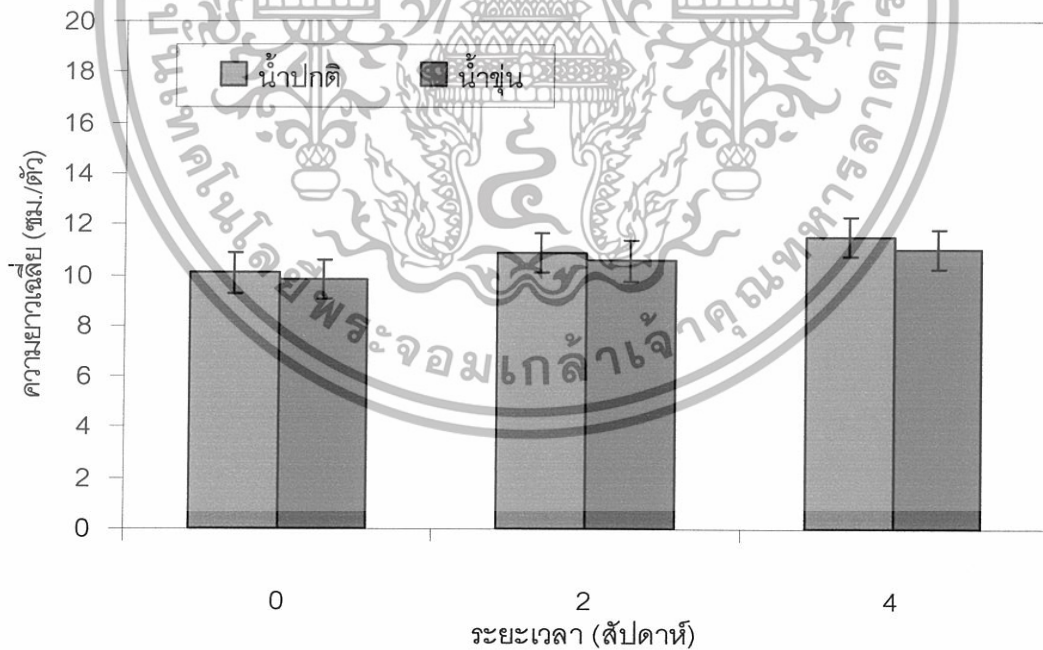
\* TL0, TL2 และ TL3 หมายถึง ความยาวลำตัวเฉลี่ยจากหัวถึงปลายหางในสัปดาห์ที่ 0, 2 และ 4 ตามลำดับ

\* SGR หรือ Specific Growth Rate หมายถึง อัตราการเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

\* ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

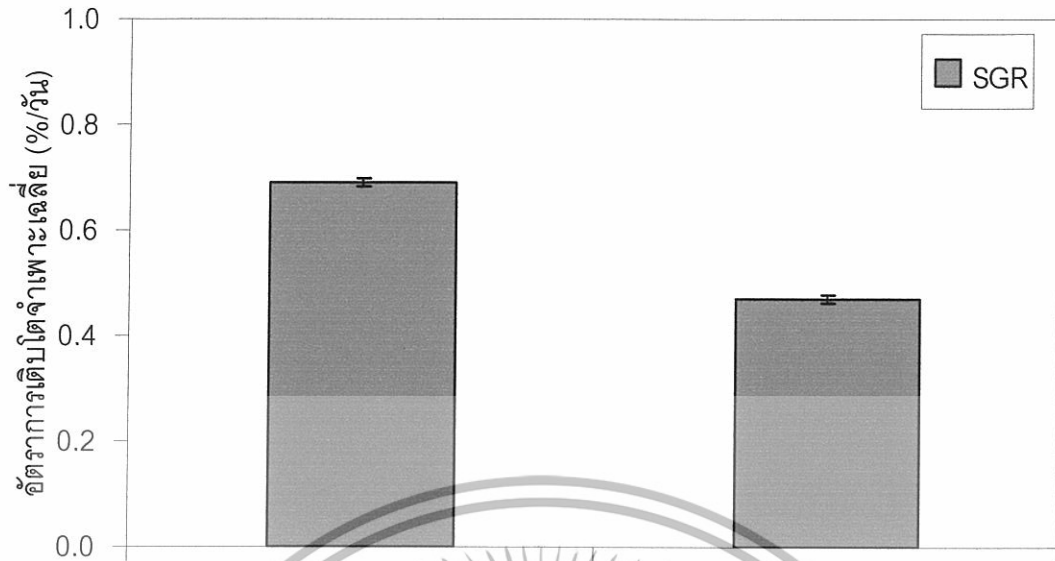


ภาพที่ 8 การเติบโตในด้านน้ำหนักของปลานิลตลอดระยะเวลาการทดลอง



ภาพที่ 9 การเติบโตในด้านความยาวของปลานิลตลอดระยะเวลาการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 อัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR; %/วัน) ของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติและน้ำขุ่น



ภาพที่ 11 การเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติ (A-C) และน้ำขุ่น (D-F)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ผลของความชุ่มต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลานิล

จากการทดลองนำปลานิลอายุ 40 วัน มาเลี้ยงในน้ำชุ่นที่มีความชุ่น  $673.50 \pm 5.56$  NTU เปรียบเทียบกับการเลี้ยงในน้ำใสเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลานิลโดยเปรียบเทียบจากค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำหรือเมลานินบริเวณผิวและลาย 4 จุด มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) คือ มีเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำบริเวณผิว  $50.90 \pm 7.85$  และ  $58.92 \pm 8.59$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2, ภาพที่ 12 และ 14) และมีเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำบริเวณลาย  $68.12 \pm 6.43$  และ  $78.75 \pm 7.60$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 13 และ 15) โดยปลาที่เลี้ยงในน้ำชุ่นมีเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำบริเวณผิวและลายน้อยกว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) นอกจากนี้เมื่อนำปลาที่เลี้ยงในน้ำชุ่นออกมาใส่ในน้ำปกติเพื่อชั่งวัด และถ่ายภาพ พบว่าสีผิวและของปลานิลเข้มขึ้น เป็นไปได้ว่าความชุ่นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลานิลอย่างถาวร ในขณะเดียวกัน Van der Sam *et al.* (2004) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลาเกี่ยวข้องกับ ความเครียด ซึ่งเม็ดสีถูกควบคุมด้วยฮอร์โมน  $\alpha$ -melanocyte-stimulating hormone ( $\alpha$ MSH) และ melanin-concentrating hormone (MCH) โดยฮอร์โมนเหล่านี้จะไม่ควบคุมเม็ดสีบริเวณผิวหนึ่งเท่านั้น แต่จะควบคุมการตอบสนองต่อความเครียด Van der Sam *et al.* (2005) รายงานว่าปลา Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*) ที่ถูกเลี้ยงในบ่อที่มีพื้นเป็นสีดำมีสีเข้มกว่าปลาที่ถูกเลี้ยงในบ่อที่มีพื้นเป็นสีเทาและขาวโดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การปกคลุมของเมลานินบริเวณเก็ด และสีของพื้นผิวเป็นสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อการการเพิ่มขึ้นของเม็ดสีของปลา red porgy Van der Sam *et al.* (2004) นอกจากนี้ Reader and McGrouther (2005) รายงานว่าปลาหลายชนิดสามารถเปลี่ยนแปลงสีผิวได้ โดยการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลาเกิดได้ 2 แบบ คือ การเปลี่ยนแปลงสีผิวอย่างช้าๆ โดยการเปลี่ยนแปลงสีผิวในรูปแบบนี้มักจะเกิดขึ้นกับปลาที่มีการเจริญเติบโตจากระยะวัยอ่อน ผ่านระยะวัยรุ่นจนถึงระยะที่โตเต็มที่ และในช่วงที่มีการผสมพันธุ์ และในปลาหลายชนิดมีการเปลี่ยนแปลงสีผิวเมื่อแหล่งที่อยู่อาศัยเปลี่ยนแปลงและแตกต่างไปจากเดิม และการเปลี่ยนแปลงสีผิวอย่างรวดเร็ว ในปลาหลายชนิดสามารถเปลี่ยนแปลงสีผิวได้อย่างรวดเร็ว เป็นผลมาความเครียดจากการจับโดยใช้เบ็ด และแห นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงสีผิวในรูปแบบนี้เกิดขึ้นได้ในปลาที่มีการว่ายน้ำบริเวณพื้นท้องน้ำที่แตกต่างกัน เช่น ปลาที่ว่ายน้ำเหนือพื้นท้องน้ำที่สว่าง chromatosomes จะย้ายไปอยู่ตรงกลาง มีผลให้ปลามีสีซีด และในทางตรงกันข้ามปลาที่ว่ายน้ำเหนือพื้นท้องน้ำที่มืด เป็นผลให้ chromatosomes กระจายทั่วเซลล์ ซึ่งทำให้ปลามีสีเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำหรือเมลานินบริเวณพื้นผิวของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติ และน้ำชุน (mean±SD)

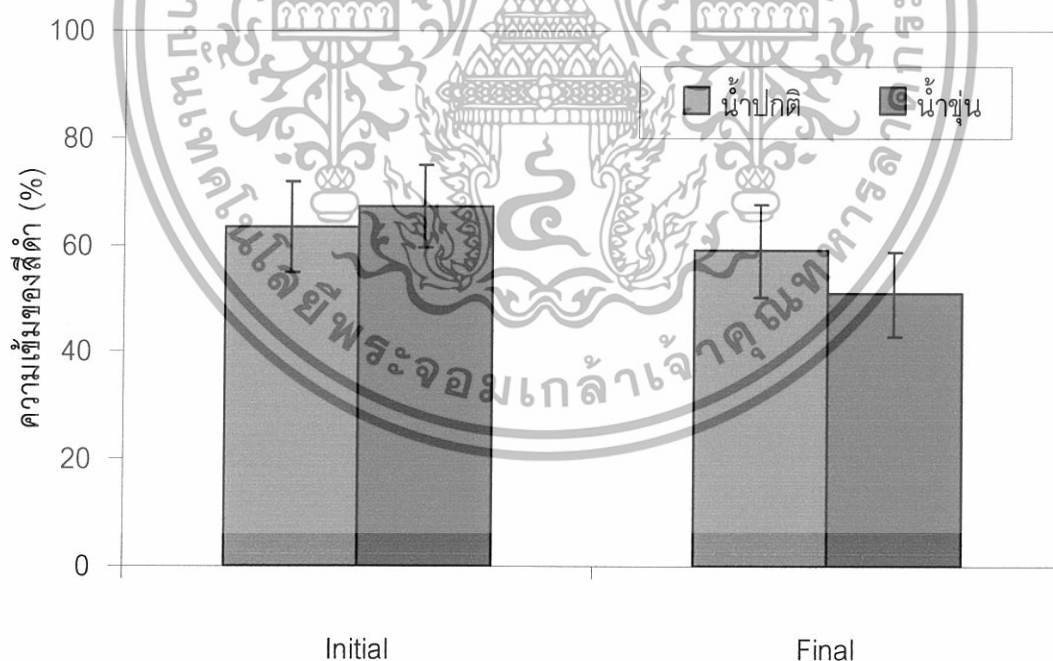
เวลา	น้ำปกติ	น้ำชุน
Initial	63.23±11.08 <sup>a</sup>	67.20±11.37 <sup>a</sup>
Final	58.92±8.59 <sup>a</sup>	50.90±7.85 <sup>b</sup>

\* อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำหรือเมลานินที่ลายของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติและ น้ำชุน (mean±SD)

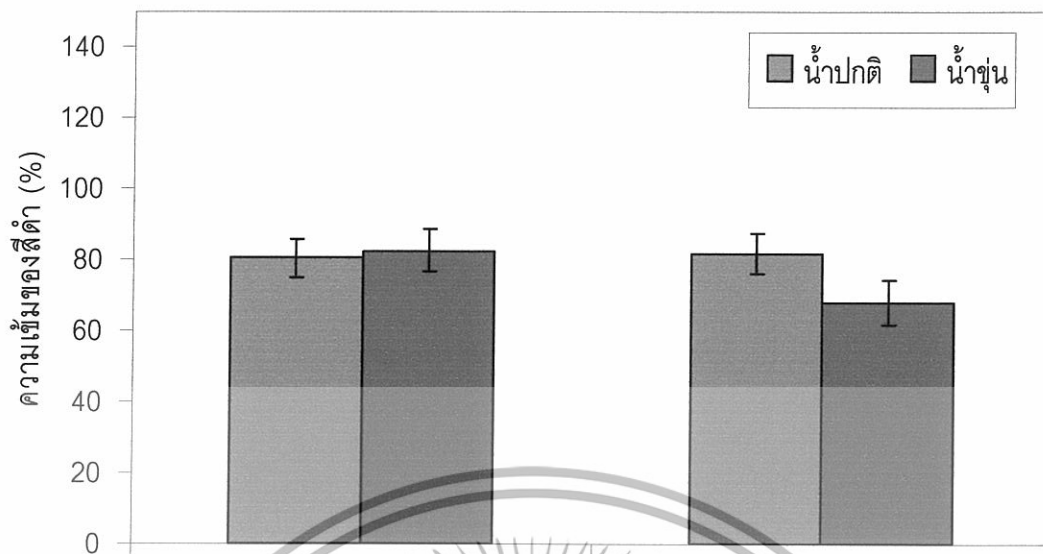
เวลา	น้ำปกติ	น้ำชุน
Initial	80.52±5.96 <sup>a</sup>	82.64±6.18 <sup>a</sup>
Final	78.75±7.60 <sup>a</sup>	68.12±6.43 <sup>b</sup>

\* อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

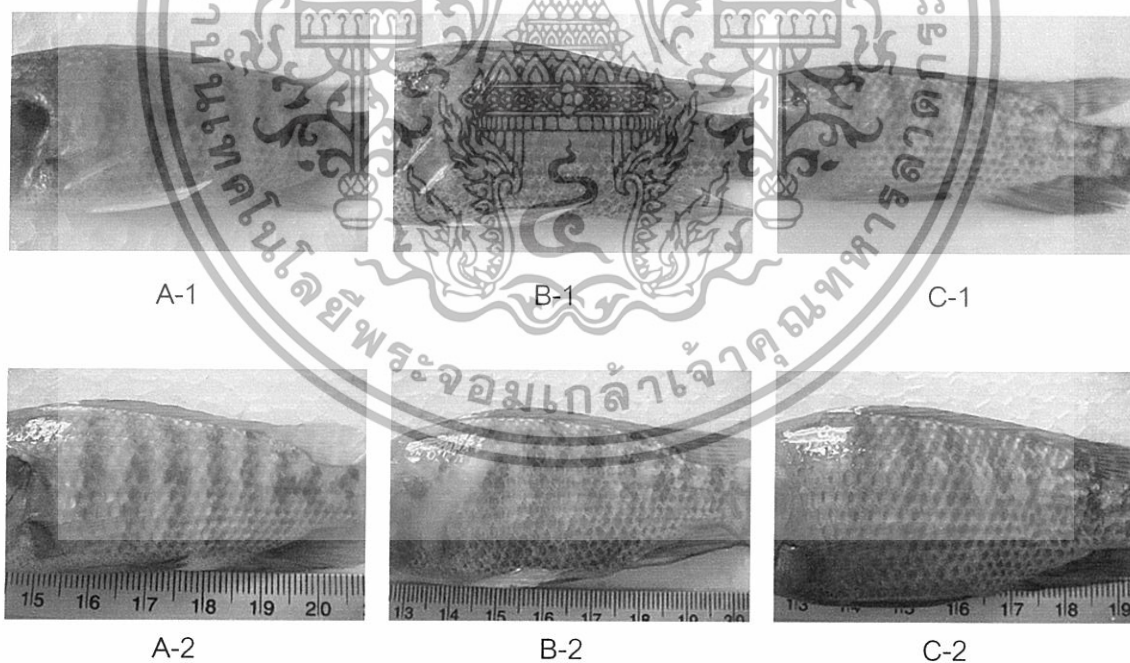


ภาพที่ 12 เปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำหรือเมลานินบริเวณพื้นผิวของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติ และน้ำชุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

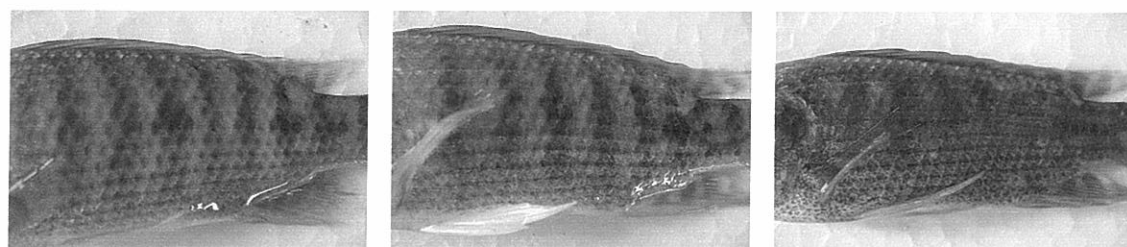


ภาพที่ 13 เปรียบเทียบความเข้มของสีด้าหรือเมลาโนินที่ปลายของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติและน้ำขุ่น



ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำปกติก่อนการทดลอง (A-1 – C-1) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (A-2 – C-2)

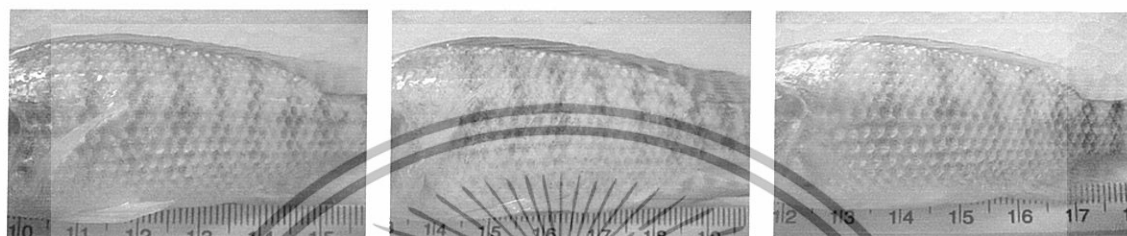
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A-1

B-1

C-1



A-2

B-2

C-2

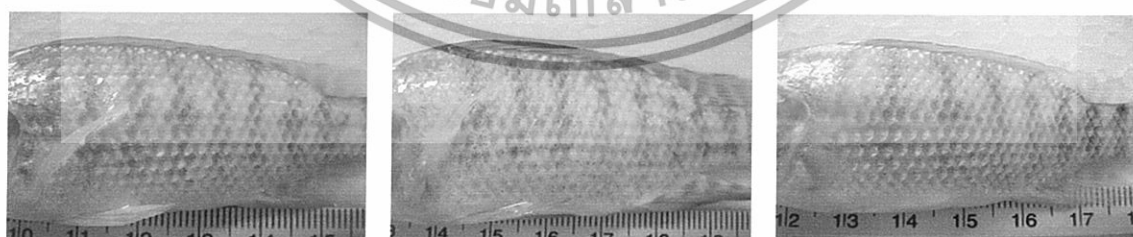
ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นก่อนการทดลอง (A-1 – C1) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (A-2 – C2)



A-1

A-2

A-3



B-1

B-2

B-3

ภาพที่ 16 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีผิวและลายของปลานิลในน้ำใสปกติ (A-1 – A-3) และน้ำขุ่น (B-1 – B-3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุป

จากการทดลองเลี้ยงปลาในน้ำที่มีความขุ่น ( $673.50 \pm 5.56$  NTU) เปรียบเทียบกับปลาในน้ำที่เลี้ยงในน้ำปกติ พบว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำปกติมีน้ำหนักและความยาวเฉลี่ยมากกว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำขุ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) คือ  $24.57 \pm 5.24$  กรัมต่อตัว ส่วนปลาในน้ำขุ่นมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย  $21.62 \pm 4.00$  กรัมต่อตัว และปลาในน้ำปกติมีความยาวลำตัวเฉลี่ยมากกว่าปลาในน้ำขุ่น คือ  $11.51 \pm 0.94$  และ  $11.02 \pm 0.64$  เซนติเมตรต่อตัว ตามลำดับ ส่วนอัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR) ของปลาในน้ำปกติ คือ  $0.69 \pm 0.45$  เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และปลาในน้ำขุ่น คือ  $0.47 \pm 0.06$  เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลาโดยเปรียบเทียบจากค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำหรือเมลานินบริเวณผิวดวงและลาย 4 จุด มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) คือ มีเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำบริเวณผิวดวง  $50.90 \pm 7.85$  และ  $58.92 \pm 8.59$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำบริเวณลาย  $68.12 \pm 6.43$  และ  $78.76 \pm 7.60$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยปลาที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมีเปอร์เซ็นต์ความเข้มของสีดำบริเวณผิวดวงและลายน้อยกว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) นอกจากนี้เมื่อนำปลาที่เลี้ยงในน้ำขุ่นออกมาใส่น้ำปกติเพื่อชั่งวัด และถ่ายภาพ พบว่าสีผิวและของปลาในน้ำขุ่นเข้มขึ้น เป็นไปได้ว่าความขุ่นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลาอย่างถาวร

### ข้อเสนอแนะ

1. ในช่วงระยะเวลาการทดลอง 4 สัปดาห์ พบลูกปลาจำนวนมากเกิดขึ้นในบ่อที่มีน้ำขุ่น เข้ม จึงควรมีการศึกษาต่อไปในอนาคตว่าความขุ่นของน้ำมีผลทำให้ปลาในน้ำขุ่นและฟักหรือไม่อย่างไร ซึ่งปลาที่เลี้ยงมีน้ำหนักเฉลี่ยเพียง 24 กรัม โดยประมาณ
2. ควรมีการศึกษายปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวต่อไป เช่น สีของพื้นหลัง สีน้ำ เป็นต้น
3. ควรมีการสำรวจลักษณะสีผิวที่ปรากฏต่อความต้องการบริโภคในอนาคต
4. ความขุ่นอาจจะสูงเกินไป จึงน่าจะมีการศึกษาให้มีระดับความขุ่นหลายๆ ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง. 2549. คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. [Online]. Available: <http://www.fisheries.go.th/cs-trat/blue/m.htm>
- ปกรณ์ ชุ่มประเสริฐ. 2541. การเพาะเลี้ยงปลานิล. กองส่งเสริมการประมง. กรมประมง. กรุงเทพฯ. 36 น.
- รัตนสุดา ไชยเชษฐ. 2544. ผลของความขุ่นต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของปลานิล (*Oreochromis niloticus*). [Online]. Available: <http://web.nkc.kku.ac.th/rattanasuda/e-learning/turbidity.doc>.
- วรวิทย์ พรหมปากดี ฐาปกรณ์ ลิมบรจจ และบังอร โชติพวง. 2548. การอนุบาลลูกปลาม้าโดยใช้น้ำผสมโคลนให้มีความขุ่นระดับต่างๆ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 29/2548. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. กรมประมง. กรุงเทพฯ. 23 น.
- Anonemous. 2007. ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสีปลา. [Online]. Available: <http://www.thaianimal.tripod.com/fish/fishpage/fishcolor.html>.
- Azim, M.E., M.A. Wahab, P.K. Biswas, T. Asacda, T. Fujino and M.C.J. Verdegem. 2004. The effect of periphyton substrate density on production in freshwater polyculture ponds. *Aquaculture*. 232:441-453.
- Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama : Birmingham Publishing Co. 401 p.
- Blamire, J. 2000. Genotype and phenotype. [Online]. Available: <http://www.brooklyn.cuny.edu/bc/aph/BioInfo/GP/Definition.html>.
- Jefferson, C. 2001. Clearing ponds that have turbid (muddy) water. *Aquaguide. Pond management series*. 3 p

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Lin, C.K., Y. Yi, K. Chowdhury, R.B. Shivappa and J.S. Diana 2004. Effect of Mud Fertilization, and an Analysis of Techniques to Mitigate Turbidity Problems. *Annual Technical Report*. 15-19.
- Meutter, F.V.D., L.D. meester and R. Stoks. 2005. Water turbidity affects predator-prey interactions in a fish-damselfly system. *Oecologia*. 144:327-336.
- Murphy S. 2004. General information on turbidity. [Online]. Available: <http://www.bcn.boulder.co.us/basin/data/BACT/info/turb.html>.
- Popma, T. and Masser, M. 1999. Tilapia life history and biology. *SRAC Publication 283* : 1-4.
- Reader, S. and McGrouther, M. 2005. Can fishes change colour?. [Online]. Available: <http://www.amonline.net.au/fishes/faq/colour.htm>.
- Rowe, D.K. and Dean, T.L. 1998. Effects of turbidity on the feeding ability of the juvenile migrant stage of six New Zealand freshwater fish species. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 32 : 21-29.
- Roew, D.K., T.L. Dean, E. Williams and J.P. Smith. 2003. Effect of turbidity on the ability of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, to feed on limnetic and benthic prey in laboratory tank. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 37: 45-52.
- Yi, Y., C.K. Lin and I.S. Diana. 2003. Techniques to mitigate clay turbidity problems in fertilized earthen fish ponds. *Aquaculture Engineering*. 27: 39-51.
- Van der Slam, A.L., F.A.T Spanings, R. Gresnigt, S.E.W. Bonga, and G. Flik 2005. Background adaptation and water acidification effect pigmentation and stress physiology of tilapia, *Oreochromis mossambicus*. *General and Comparative Endocrinology* 144: 51-59.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Van der Slam, A.L., M. Martinez, G. Flik and S.E.W. Bonga. 2004. Effect of husbandry conditions on the skin colour and stress response of red porgy, *Pagrus pagrus*. *Aquaculture* 241: 371-386.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้