

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้เทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี ติดตามรายตัวในปลานิล

(*Oreochromis niloticus*) ที่เลี้ยงในน้ำขุ่น

Using RFID Technology for individual tagging in Nile tilapia

(*Oreochromis niloticus*) reared in turbid water



โดย

นายกำพล พันน่ายัง

ร.ล.

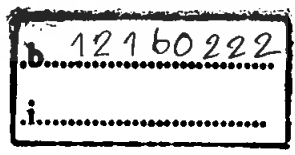
ก 588 ก

๒๕๖๐

เลขหมู่..... 104587

เลขทะเบียน.....

วัน,เดือน,ปี..... - 5 พ.ย. 2562



ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง การใช้เทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี ติดตามรายตัวในปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ที่เลี้ยงในน้ำขุ่น
Using RFID Technology for individual tagging in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)
reared in turbid water

ชื่อนักศึกษา นายกำพล พันนายัง

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ดุสิต เอื้ออำนวย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปวีณา ทวีกิจการ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ ๒๕ เดือน พ.ค. พ.ศ. ๒๕๖๖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้เทคโนโลยี อาร์เอฟไอดี ติดตามรายตัวในปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ที่เลี้ยงในน้ำขุ่น
Using RFID Technology for individual tagging in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)
reared in turbid water

การใช้เทคโนโลยี RFID ติดตามแบบรายตัวมีจุดประสงค์ คือ เพื่อศึกษาอัตราการเติบโต อัตรารอด และผลของการเปลี่ยนแปลงของสีผิวบนลำตัวปลา เป็นรายตัวในปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นน้อยที่มีความขุ่น 33.6 ± 3.7 NTU และน้ำขุ่นมากที่มีความขุ่น 95.5 ± 5.5 NTU พบว่าปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมากมีอัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR) คือ 0.24 ± 0.07 , 0.20 ± 0.08 และ 0.04 ± 0.11 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ การเติบโตด้านน้ำหนักปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส ปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อย และปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมาก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ 64.25 ± 3.26 , 51.54 ± 3.75 และ 58.62 ± 4.49 กรัมต่อตัว ตามลำดับ และการเติบโตของปลานิลในด้านความยาวลำตัวพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยปลาที่มีความยาวเฉลี่ย 15.87 ± 0.29 , 14.87 ± 0.32 และ 15.60 ± 0.45 เซนติเมตรต่อตัว ตามลำดับ ส่วนอัตราการรอดตายของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมากมีอัตราการรอดตาย คือ 75, 70 และ 45 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และการเปลี่ยนแปลงของความสว่างของสีผิวปลานิล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ ในปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมากจะมีค่าความสว่างเท่ากับ 78.64 ± 4.36 , 107.76 ± 3.44 และ 110.65 ± 5.06 ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า สามารถใช้เทคโนโลยี RFID ในการติดตามรายตัวอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ในแง่ของการเติบโต การเปลี่ยนแปลงของสีผิว ที่เลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน คือ น้ำใส น้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมาก จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะใช้เทคโนโลยี RFID สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สามารถสำเร็จได้ล่วงหน้าได้ดี ด้วยคำแนะนำ คำปรึกษา และความดูแลจากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้ทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์ ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณอาจารย์ดุสิต เอื้ออำนวย ที่คอยให้คำแนะนำคำปรึกษา และคอยดูแลการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จนกระทั่งจบการทำงาน

ขอขอบคุณคณะอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนข้าพเจ้าตลอดเวลาที่ผ่านมา เพื่อให้ข้าพเจ้าได้มีความรู้ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ที่สนับสนุนเงินทุนในการทำการวิจัย และอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำการวิจัยตลอดระยะเวลาในการทดลอง

ขอขอบคุณพี่พนธ์ พี่มร พี่โก้ พี่อด และพี่แสงที่อำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์การทดลองช่วยเหลือให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาการทดลอง

ขอขอบเพื่อนๆ ภาควิทยาศาสตร์การประมงรุ่นที่ 11 ทุกท่านที่คอยให้กำลังใจให้ขอบคุณสำหรับมิตรภาพที่ดีที่มีให้ผมตั้งแต่เข้ามาศึกษาในสถาบันแห่งนี้ และขอบใจน้องๆ ประมงทุกๆ คนที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

สุดท้าย ต้องขอขอบพระคุณ บุคคลที่สำคัญที่สุดในชีวิตที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ นั่นคือ บิดามารดา พี่สาวและบุคคลในครอบครัว อันเป็นที่รัก ซึ่งได้เลี้ยงดู คอยสั่งสอนข้าพเจ้ามาเป็นอย่างดี พร้อมให้โอกาสการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ ความห่วงใย ความรักเสมอมา ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ณ ที่นี้ด้วย

นายกำพล พันนายัง

มีนาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	I
สารบัญภาพ	I
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการทดลองและวิจารณ์	15
สรุป	23
ข้อเสนอแนะ	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	27



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	น้ำหนักตัวเฉลี่ยของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมาก	17
2	ความยาวเฉลี่ยของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมาก	18
3	เปอร์เซ็นต์ความสว่างสีผิวของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมาก	20
ตารางผนวกที่		
1	RFID Tag ที่ใช้ในแต่ละ Treatment	27
2	ข้อมูลน้ำหนัก และความยาวเฉลี่ยของปลานิลที่เลี้ยง	28
3	ระดับค่า pH ในน้ำบ่อเลี้ยงปลานิลที่เลี้ยงด้วยน้ำใส น้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมาก ในแต่ละสัปดาห์	28
4	จำนวนการรอดตาย (ตัว) และอัตราการรอดตายของปลานิล (%) หลังสิ้นสุด การทดลอง	28
5	ข้อมูลความสว่างเฉลี่ยของสีผิวปลาก่อนทำการทดลอง และหลังการทดลอง	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบการทำงานของ PIT tags	3
2	ปลานิล (<i>Oreochromis niloticus</i>)	5
3	อุปกรณ์วัดความขุ่นของน้ำ (Secchi disk)	7
4	อุปกรณ์วัดความขุ่นของน้ำ (Turbidimeter)	8
5	การฝัง RFID tags ลงใต้ผิวหนังปลานิล	12
6	อุปกรณ์ในการถ่ายภาพสีผิว	12
7	แผนภาพแสดงขั้นตอนการทดลอง	13
8	แสดงค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาแต่ละตัวในแต่ละสัปดาห์	17
9	แสดงค่าความยาวที่เพิ่มขึ้นของปลาแต่ละตัวในแต่ละสัปดาห์	18
10	การเปลี่ยนแปลงของสีผิวปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นมาก และน้ำขุ่นน้อย ก่อนและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

การใช้เทคโนโลยี RFID ติดตามแบบรายตัวในสัตว์น้ำ เนื่องจากต้องการการระบุชื่อเฉพาะตัวของปลาหรือสัตว์น้ำอื่นๆ ในการศึกษา ทั้งติดตามพฤติกรรมของปลา การดำรงชีวิต อัตราการเติบโต อัตรารอด ผลกระทบต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยง

ปลานิล มีรูปร่างคล้ายปลาหมอเทศ ลำตัวป้อม หัวเล็ก ขอบตามีสีแดง ด้านหลังหนามีสีเขียว ปนน้ำตาล มีจุดสีเข้ม 1 จุด ที่กระดูกแก้ม บนลำตัว จะมีลายพาดขวางประมาณ 9-10 ลาย มีลักษณะเป็นลายที่สมบูรณ์จากส่วนหลังลงสู่ส่วนท้อง ครีบหลังมีก้านครีบแข็ง 15-18 ก้าน ครีบอก 9-10 ก้าน เกล็ดตามแนวเส้นข้างลำตัวมี 33 เกล็ด เมื่อปลาเริ่มอายุได้ประมาณ 3 เดือนเศษ จะเริ่มมีลักษณะแตกต่างทางเพศ กล่าวคือปลาเพศผู้จะมีลำตัวเรียวยาว สีค่อนข้างเข้ม ลายบนลำตัวชัดเจนกว่า ปลาเพศเมีย บริเวณใต้คางและท้องจะมีสีทองเข้าปรากฏให้เห็น ส่วนปลาเพศเมียจะมีลำตัวค่อนข้างป้อม สีซีดกว่า และมีสีเหลืองอ่อนบริเวณ ใต้คางและท้อง

การเลี้ยงปลานิล เป็นกิจการที่มีความนิยมกัน พร้อมทั้งยังให้ผลผลิตสูง และการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำทั่วไปซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ส่วนใหญ่เกษตรกรมักนิยมเลี้ยงกันในบ่อดิน ซึ่งมีสภาพน้ำที่มีความขุ่นซึ่งเกิดจากสารแขวนลอยต่างๆ ที่อยู่ในน้ำ

ความขุ่นของน้ำ เกิดจากสารแขวนลอยในน้ำที่มีขนาดเล็กเป็นอนุภาคคอลลอยด์ จนถึงขนาดหยابที่กระจายอยู่ในน้ำ เช่น ดินโคลน ทรายละเอียด สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กจำพวกสาหร่ายเซลล์เดียว แพลงก์ตอน และไดอะตอม โดยน้ำแต่ละแหล่งจะมีความขุ่นแตกต่างกันไป และในช่วงที่มีน้ำหลาก น้ำจะมีสีขุ่น และช่วงเวลาดังกล่าว ปลาส่วนใหญ่จะมีการผสมพันธุ์ และวางไข่

การศึกษาครั้งนี้เป็นการนำ RFID Tag ติดตามรายตัวในปลานิล ที่เลี้ยงในสภาวะน้ำที่มีความขุ่นแตกต่างกัน ซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ในการผลิตปลานิลให้ได้ตามความต้องการของตลาดหรือผู้บริโภค และใช้เป็นแนวทางในการศึกษาพัฒนาต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสัตว์น้ำในกลุ่มอื่นที่ประสบปัญหาในลักษณะเดียวกัน

ตรวจเอกสาร

การติดตามแบบรายตัวกับสัตว์น้ำนั้น คือความต้องการในการระบุชื่อเฉพาะตัวของปลา หรือสัตว์น้ำอื่นๆ ซึ่งเป็นความต้องการพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ทางการประมงมาหลายปี ใน การศึกษานั้นจุดประสงค์ของการศึกษา คือ ติดตามพฤติกรรมของปลา การดำรงชีวิต อัตราการ เจริญเติบโต อัตรารอด ผลกระทบต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการติดตาม เป็นต้น (Thorsteinssson, 2002)

การติดตามแบบรายตัวโดยติดสัญญาณภายในตัวสัตว์น้ำ นั้นจะไม่สามารถมองเห็นได้ จากภายนอก โดยจะฝังอยู่ในลำตัวของสัตว์น้ำ ทำโดยใช้เข็มฉีดยาไมโครชิพที่มีขนาดเล็ก ประมาณเมล็ดข้าว เข้าไปได้ผิวหนัง ไมโครชิพสามารถอยู่ในร่างกายนานกว่า 75 ปี โดยไม่ทำ ปฏิกิริยากับร่างกายสัตว์ (McFarlane *et. al.*, 1990)

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี คือ เทคโนโลยีระบบเก็บข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเพิ่มขีด ความสามารถในการคำนวณ และการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ซึ่งส่งกำลังด้วยคลื่น แม่เหล็ก หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แทนการสัมผัสทางกายภาพ มีบทบาทในการดำเนินธุรกิจ และ การใช้ชีวิตประจำวันในระดับเดียวกับเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ อี-คอมเมิร์ซ (e-commerce) หรือ แม้กระทั่งระบบสื่อสารไร้สาย อาร์เอฟไอดีจึงเป็นอุปกรณ์ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการจัดเก็บ ข้อมูล (data collection) การระบุหรือชื่อเฉพาะ (identification) รวมถึงระบบการวิเคราะห์ (analysis systems) การนำระบบอาร์เอฟไอดี มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึง ช่วยประหยัดเวลาในการทำงาน และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของ กระบวนการทำงาน ทั้งในเรื่อง ของการลดความผิดพลาด การลดการสูญเสีย ในด้านต่างๆ

(<http://www.rfid.in.th/main/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=1>)

RFID Tags (Radio Frequency Identification) (ภาพที่ 1) คือ แท็กชนิดพาสซีฟ (Passive RFID Tags) แท็กชนิดนี้จะไม่มีการปล่อยสัญญาณ ไม่จำเป็นต้องรับแหล่งจ่ายไฟใดๆ เพราะมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กเป็นแหล่งจ่ายไฟในตัวอยู่แล้ว และเป็นอุปกรณ์แสดง ตำแหน่ง หรือแสดงตน (ระบุลักษณะ) ด้วยการอ่านรหัสคลื่นวิทยุ จุดประสงค์เพื่อนำไปใช้แทน ระบบรหัสแท่ง หรือ Bar Code เป็นเทคโนโลยีการส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ โดยนำเอาคลื่นวิทยุมา เป็นคลื่นพาหะเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองชนิดที่เรียกว่า แท็ก (Tag) และตัว อ่านข้อมูล (Reader) ซึ่งอาจรู้จักกันในนามของ Biochip หรือบางครั้งอาจเรียกว่า Passive Integrated Transponder Tags (PIT tags) ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless) ข้อเสียก็คือ ระยะเวลาการรับส่งข้อมูลใกล้ และตัวอ่านข้อมูลจะต้องมีความไวสูง ระยะเวลาการสื่อสารข้อมูลที่ได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงสุด 1.5 เมตร มีหน่วยความจำขนาดเล็ก (ทั่วไปประมาณ 32 – 128 บิต) นอกจากนี้แท็กชนิด พาสซีฟมักจะมีปัญหาเมื่อนำไปใช้งานในสิ่งแวดล้อมที่มีสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนสูงอีกด้วย แต่ข้อได้เปรียบในเรื่องราคาและอายุการใช้งานทำให้แท็กชนิดพาสซีฟเป็นที่นิยมมากกว่า (www.nectec.or.th)



ภาพที่ 1 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบการทำงานของ PIT tags

(A) RFID tags

(B) Reader

เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี มีความสามารถในการนำไปใช้งานได้หลายประเภท ทั้งในด้านการรักษาความปลอดภัย ธุรกิจการค้า และการระบุติดตามสัตว์ เป็นต้น ซึ่งนับว่าการใช้เทคโนโลยี RFID มีความจำเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน

การใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ในการติดตามสัตว์ซึ่งสามารถติดตามได้ทั้งในสัตว์น้ำ และสัตว์บก ทำได้โดยการฝัง RFID Tag ไว้ใต้ผิวหนัง ซึ่งสามารถระบุสุขภาพ การเติบโต และสีผิวของสัตว์ได้ โดยการใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี จะมีความแม่นยำ สะดวก รวดเร็ว ไม่ก่อให้เกิดความรำคาญต่อสัตว์ และมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ซึ่งเป็นที่ยอมรับในระดับสากล แต่เนื่องจากการใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ในปัจจุบันจึงค่าใช้จ่ายสูง และความสามารถในการอ่านข้อมูลอยู่ในระยะที่จำกัด เกษตรกรและผู้ประกอบการส่วนใหญ่ จึงนิยมใช้ RFID Tag เฉพาะในสัตว์บางประเภทโดยเฉพาะใช้เพื่อการปรับปรุงพ่อ แม่พันธุ์สัตว์เท่านั้น ขณะเดียวกัน นิพนธ์ และชัยศิริ (2546) กล่าวว่า การใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ฝังเข้าในตัวของปลานั้นไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และไม่ทำให้ปลาตายตลอดจนไม่มีผลต่อการดำรงชีวิต ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนไหว การว่ายน้ำ การกินอาหาร หรือมีพฤติกรรมเปลี่ยนไปจากเดิม ทั้งไม่มีลักษณะผิดปกติใดๆ ที่แสดงให้เห็นจากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลานิล (*Oreochromis niloticus*)

การเลี้ยงปลานิลเป็นหนึ่งในกิจการที่มีความนิยมกันมากในประเทศไทย ซึ่งเป็นการเลี้ยงที่ให้ผลผลิตสูง ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในเชิงเศรษฐศาสตร์ และการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำทั่วไปอีกทั้งยังช่วยให้ผู้ที่ไม่มีที่ดินทำกินสามารถหันมาเลี้ยงปลาได้ หากปล่อยปลาในอัตราที่เหมาะสม จะทำให้ปลามีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีขึ้นสามารถช่วยลดระยะเวลาการเลี้ยงให้สั้นลงได้ดังนั้นผู้เลี้ยงปลานิลจะได้มีความมั่นใจในการเลี้ยงปลานิลเพื่อเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำให้เพียงพอต่อการบริโภคต่อไป (http://www.nicaonline.com/articles1/site/view_article.asp?idarticle=153)

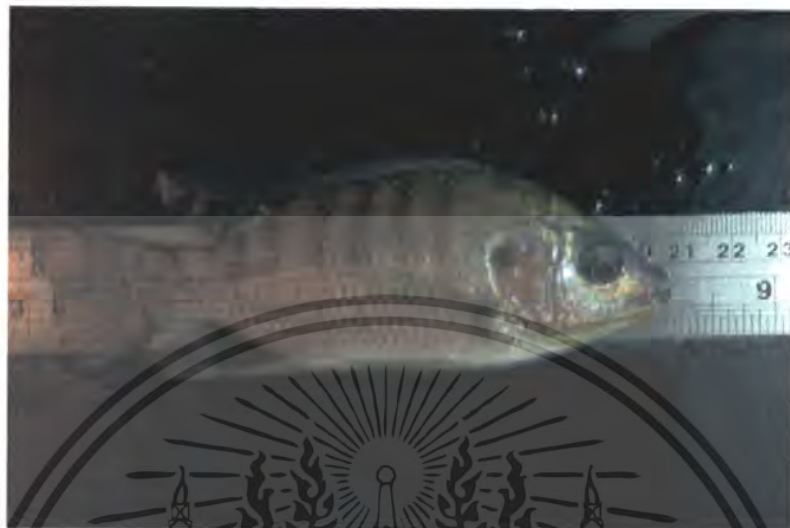
ปลานิลมีนิสัยชอบอยู่รวมกันเป็นฝูง (ยกเว้นเวลาสืบพันธุ์) มีความอดทนและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี จากการศึกษาพบว่าปลานิลทนต่อความเค็มได้ถึง 20 ส่วนในพันส่วน ทนต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ได้ดีในช่วง 6.5–8.3 และสามารถทนต่ออุณหภูมิได้ถึง 40 องศาเซลเซียส แต่ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส พบว่าปลานิลปรับตัวและเติบโตได้ไม่ดีนัก ทั้งนี้เป็นเพราะถิ่นกำเนิดเดิมของปลาชนิดนี้อยู่ในเขตร้อน (<http://www.th.wikipedia.org>)

1. ประวัติความเป็นมา

ปลานิล (ภาพที่ 2) เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งในวงศ์ปลาหมอสี (Cichlidae) ที่มีแหล่งกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา พบได้ทั่วไปตามหนอง บึง และทะเลสาบ และปลาชนิดนี้ได้แพร่กระจายไปทั่วโลก และกลายเป็นปลาที่มีความสำคัญทางธุรกิจในหลายประเทศทั่วโลก ปลาชนิดนี้มีความทนต่อ สภาพต่างๆ ได้ดี และสามารถกินอาหารพวก แพลงก์ตอนต่างๆ ไรน้ำ และตัวอ่อนของแมลงได้ จึงเป็นที่นิยมในการเลี้ยงของคนทั่วโลก. (Michael, 1997) ปลานิลเข้าสู่ประเทศไทยครั้งแรกโดยเจ้าชายอาภิสาท มกุฎราชกุมารแห่งประเทศญี่ปุ่นได้ทรงจัดส่งเข้ามาทูลเกล้าถวายต่อพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2508 จำนวน 50 ตัว ความยาวเฉลี่ยตัวละประมาณ 9 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 14 กรัม โดยระยะแรกได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ปล่อยเลี้ยงในบ่อดิน เนื้อที่ประมาณ 10 ตารางเมตร ในบริเวณสวนจิตรลดา พระราชวังดุสิต เมื่อเลี้ยงมาได้ 5 เดือนเศษ ปรากฏว่ามีลูกปลาเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้เจ้าหน้าที่สวนหลวงชุดบ่อขึ้นใหม่อีก 6 บ่อ มีเนื้อที่เฉลี่ยบ่อละประมาณ 70 ตารางเมตร ซึ่งในโอกาสนี้พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้ทรงย้ายปลานิลด้วยพระองค์เองจากบ่อเดิมไปปล่อยในบ่อใหม่ทั้ง 6 บ่อ เมื่อวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2508 จากนั้นทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ มอบหมายให้กรมประมงจัดส่งเจ้าหน้าที่วิชาการมาตรวจสอบการเติบโตเป็นประจำทุกเดือน ต่อมาจึงได้พระราชทานชื่อว่า "ปลานิล" (โดยมี ที่มาจากชื่อแม่น้ำไนล์ (Nile) ที่มีถิ่นที่อยู่อาศัยดั้งเดิม หรือชื่อวิทยาศาสตร์ *Tilapia nilotica*) และพระราชทานพันธุ์ปลาดังกล่าวให้กรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมงจำนวนหนึ่ง เมื่อวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ. 2509 เพื่อนำไปขยายพันธุ์ และแจกจ่ายแก่พสกนิกร และปล่อยไว้ตามแหล่งน้ำต่างๆ ตามที่เห็นว่าเหมาะสม (ปกกรณ์, 2541)



ภาพที่ 2 ปลานิล (*Oreochromis niloticus*)

2. ลักษณะของปลานิล

มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Nile tilapia ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oreochromis niloticus* (ชื่อเดิมคือ *Tilapia nilotica*) มีรูปร่างลักษณะคล้ายปลาหมอเทศ ลักษณะพิเศษของปลานิลนั้น มีริมฝีปากบนและล่างเสมอกันมีเกล็ด 4 แถวตรงบริเวณแก้ม และจะมีลายพาดขวางลำตัวประมาณ 9-10 แถบ มีนิสัยชอบอาศัยอยู่รวมกันเป็นฝูงตามแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง และทะเลสาบ เป็นปลาที่อยู่ได้ทั้งน้ำจืดและน้ำกร่อย มีความอดทน และสามารถปรับตัวให้เข้ากับธรรมชาติได้ง่าย ต่อมากรมประมงโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาและพันธุกรรมสัตว์น้ำได้นำปลานิลสายพันธุ์แท้มีชื่อว่าปลานิลสายพันธุ์จิตรลดาไปดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ได้ปลานิลสายพันธุ์ใหม่ จำนวน 3 สายพันธุ์ ดังนี้

2.1. ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 1 เป็นปลานิลที่ปรับปรุงพันธุ์มาจากปลานิลสายพันธุ์แบบคัดเลือกภายในครอบครัว (within family selection) เริ่มดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2528 จนถึงปัจจุบันเป็นชั่วอายุที่ 7 ซึ่งทดสอบพันธุ์แล้วพบว่ามียืดการเติบโตดีกว่าปลานิลพันธุ์ที่เกษตรกรเลี้ยง 22 %

2.2. ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 2 เป็นปลานิลที่พัฒนาพันธุ์มาจากปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา โดยการปรับเปลี่ยนพันธุกรรมในพ่อพันธุ์ให้มีโครโมโซมเป็น "YY" ที่เรียกว่า "YY - Male" หรือซูเปอร์เมล ซึ่งเมื่อนำพ่อพันธุ์ดังกล่าวไปผสมพันธุ์กับแม่พันธุ์ปกติจะได้ลูกปลานิลเพศผู้ที่เรียกว่า "ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 2" ซึ่งมีลักษณะเด่นคือเป็นเพศผู้ที่มีโครโมโซมเพศเป็นเอกสารเป็นเอกสารที่ส่งงานไวสำหรับการไขวงเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาดูเห็นาเบไซบระเขยชนดานการค้ำไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"XY" ส่วนหัวเล็ก ลำตัวกว้าง สีขาวนวล เนื้อหนาและแน่น อายุ 6 – 8 เดือน สามารถเติบโตได้ขนาด 2 – 3 ตัวต่อกิโลกรัม ให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าปลานิลพันธุ์ที่เกษตรกรเลี้ยง 45 %

2.3. ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 3 เป็นปลานิลที่ปรับปรุงพันธุ์มาจากการนำปลานิลพันธุ์ผสมกลุ่มต่างๆ ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา และปลานิลสายพันธุ์อื่นอีก 7 สายพันธุ์ ได้แก่ อียิปต์ กานา เคนยา สิงคโปร์ เซเนกัล อิสราเอล และได้พันธุ์ซึ่งมีการเติบโตเร็วและมีอัตราการรอดสูง ในสภาพแวดล้อมการเลี้ยงต่างๆ ไปสร้างเป็นประชากรพื้นฐาน จากนั้นจึงดำเนินการคัดพันธุ์ในประชากรพื้นฐานต่อโดยวิธีคัดเลือกครอบครัวร่วมกับวิธีคัดเลือกภายในครอบครัวปลานิลชั่วอายุที่ 1-5 ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์โดยหน่วยงาน ICLARM ในประเทศฟิลิปปินส์ จากนั้นจึงนำลูกปลาชั่วอายุที่ 5 เข้ามาในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2538 สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำจึงดำเนินการปรับปรุงปลานิลดังกล่าวต่อ โดยวิธีการเดิมจนในปัจจุบันได้ 2 ชั่วอายุ และเรียกว่า "ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา 3" ปลานิลสายพันธุ์นี้มีลักษณะเด่นคือ ส่วนหัวเล็ก ลำตัวกว้าง สีเหลืองนวล เนื้อหนาและแน่น รสชาติดี อายุ 6 – 8 เดือน สามารถเติบโตได้ขนาด 3 – 4 ตัวต่อกิโลกรัม ให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าปลานิลพันธุ์ที่เกษตรกรเลี้ยง 40 % (<http://www.fisheries.go.th/it-network/knowledge/type%20of%20fish/typeoffish.htm>)

ปลานิลเป็นปลาที่ไม่มีกระเพาะอาหารจริง จึงสามารถกินอาหารได้ที่ละน้อยและมีการย่อยอาหารที่ค่อนข้างช้า การให้อาหารครั้งละมากๆ จะทำให้สูญเสียอาหารและก่อให้เกิดสภาวะน้ำเสียได้ (Marty and Donal, 2003) ดังนั้น การให้อาหารเม็ดจึงควรให้อาหารแต่น้อย แต่ให้บ่อยๆ โดยความถี่ที่เหมาะสมคือ ปริมาณ 4-5 ครั้งต่อวัน จะช่วยเร่งการเติบโตและทำให้ผลตอบแทนในเชิงเศรษฐศาสตร์สูงสุด

ความขุ่น (Turbidity)

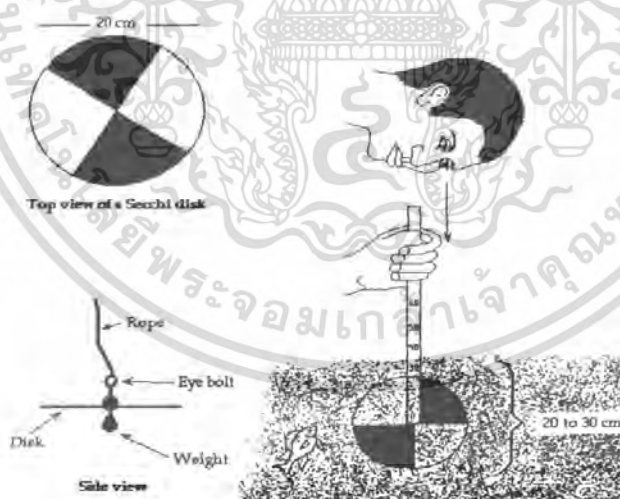
ความขุ่นของน้ำ หมายถึง ความสามารถของน้ำที่สกัดกั้นหรือดูดซับปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงไปใต้น้ำไว้ได้ ความขุ่นของน้ำแสดงถึงความสามารถของสารแขวนลอยในน้ำ ที่จะขัดขวางแสงสะท้อน และดูดซับแสงเอาไว้ สิ่งที่ทำให้น้ำขุ่น ได้แก่ อินทรีย์สาร และอนินทรีย์สารในน้ำ ตลอดจนสิ่งมีชีวิตเล็กๆ โดยปรากฏอยู่ในลักษณะสารแขวนลอย เช่น อนุภาคของดิน ทราย แบคทีเรีย และแพลงก์ตอน เป็นต้น (ชนินทร์, 2549)

ความขุ่นของน้ำโดยทั่วไปเกิดจากสารแขวนลอยในน้ำที่มีขนาดเล็กมากที่เป็นอนุภาคคอลลอยด์ (Colloid) จนถึงขนาดหยาบที่กระจายแขวนลอยอยู่ในน้ำ ตัวอย่างเช่น ดินโคลน ทรายละเอียด สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กจำพวกสาหร่ายเซลล์เดียว แพลงก์ตอน และไดอะตอม สารดังกล่าวสามารถทำให้แสงเกิดการหักเห หรืออาจดูดแสงเอาไว้ไม่ให้ผ่านทะลุได้ จึงทำให้มองเห็นน้ำมีลักษณะขุ่น ความขุ่นที่เกิดมาจากแพลงก์ตอนเป็นที่ต้องการของการเลี้ยงปลาในบ่อ เพราะจะช่วยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้องกันการเกิดวัชพืชของน้ำบริเวณก้นบ่อได้ เนื่องจากช่วยบังไม่ให้แสงส่องถึงพื้นก้นบ่อมากเกินไป ส่วนความขุ่นที่มีสาเหตุมาจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ จะไม่มีผลกระทบต่อปลา แต่จะมีผลทำให้น้ำเป็นกรดธาตุอาหารน้อย และแสงส่องผ่านลงไปได้น้อย ทำให้การสังเคราะห์แสงน้อย และมีผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำน้อยลงไปด้วย (Boyd, 1990)

1. การหาปริมาณความขุ่น

ความขุ่น คือการวัดปริมาณการส่องผ่านของแสงลงไปใต้น้ำที่มีอนุภาคต่างๆแขวนลอยอยู่ การกระจายตัวของแสงจะเพิ่มขึ้นเมื่อของแข็งแขวนลอยอยู่ และปริมาณแพลงก์ตอนมากขึ้น ความขุ่นที่เกิดขึ้นในน้ำที่มีการเคลื่อนที่ช้าและลึก (Murphy, 2004) สามารถวัดได้โดยใช้เครื่องวัดที่เรียกว่า Secchi disk (ภาพที่ 3) ซึ่ง Secchi disk คือ แผ่นวงกลมที่มีสีขาวสลับดำ และมีเส้นผ่านศูนย์กลางกว้างประมาณ 20 เซนติเมตร Secchi disk จะถูกหย่อนลงไปใต้น้ำจนกระทั่งระดับความลึก ที่แผ่นวงกลมไม่ปรากฏให้เห็นชัด จะเรียกว่า Secchi depth และมีหน่วยวัดเป็นเมตร แต่ Secchi disk จะไม่สามารถใช้กับน้ำตื้น และกระแสน้ำที่ค่อนข้างแรง และเร็วได้ จึงต้องใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่า Turbidimeter (ภาพที่ 4) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Nephelometer มีหน่วยวัดเป็น Nephelometer Turbidity Units (NUTS)



ภาพที่ 3 อุปกรณ์วัดความขุ่นของน้ำ (Secchi disk)

ที่มา : <http://www.ag.auburn.edu/fish/international/images/fert6.gif>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 อุปกรณ์วัดความขุ่นของน้ำ (Turbidimeter)

2. ผลกระทบของความขุ่นต่อการเติบโตของปลา

Ardjosoediro and Ramnarine (2002) ได้ทำการศึกษาการเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศ ในน้ำขุ่นที่มีระดับของตะกอนดินเหนียว ที่ 50, 100, 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ พบว่ามีการแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) คือในด้านน้ำหนักจะมีน้ำหนักลดลง และมีความยาวที่เพิ่มขึ้น เมื่อความขุ่นเพิ่มขึ้นด้วย แต่ความความขุ่นที่มีระดับตะกอนดินเหนียว 100 – 200 มิลลิกรัมต่อลิตร จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ SGR จะน้อยลง และ FCR จะเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความขุ่น พบว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

3. ผลกระทบของความขุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลา

สีของปลาในกลุ่ม Tilapia บริเวณลำตัว และครีบมักจะแตกต่างกันตามสายพันธุ์ เพศที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะมีลำตัวสีเข้มกว่า เพศเมีย และเมื่อถึงฤดูผสมพันธุ์สีก็จะยิ่งเข้มขึ้น อย่างไรก็ตามสีของปลาในกลุ่มนี้ก็มักไม่แน่นอน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง คือสภาพแวดล้อม ระยะเวลาการเติบโต และแหล่งอาหาร ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อความเข้มของสีมาก (Popma and Masser, 1999) และ Tony *et al.* (2005) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงสีอย่างรวดเร็ว นั้นขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของเมลานินภายในเมลานินฟอร์ ถ้าเมลานินรวมตัวกันอยู่บริเวณกลางเซลล์เมลานินฟอร์ก็จะมีสีอ่อน ในทางตรงข้ามถ้าเมลานินกระจายอยู่ทั่วเซลล์เมลานินฟอร์ก็จะมีสีเข้ม ฮอร์โมนและสารสื่อประสาทมีอำนาจในการควบคุมการเคลื่อนที่ของเมลานิน เนื่องจากความไวและความจำเพาะซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของสารทางชีวภาพ ในขณะที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาสาสมัครศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า Anonemous (2007) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลสำคัญเกี่ยวกับสีของปลานั้น ได้แก่ คุณภาพของไมวาร์ณิตๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ปลา นอกจากนี้ น้ำ อุณหภูมิ แสงแดด สภาพบ่อเลี้ยง และบ่อกรอง กับอาหาร เป็นสาเหตุที่มีผลเกี่ยวข้องกับสีของปลาได้

ปลานิล (*O. niloticus*) ถือได้ว่าเป็นปลาเศรษฐกิจของประเทศไทย เป็นปลาที่ประชาชนนิยมบริโภคกันมาก และในการเพาะเลี้ยงส่วนใหญ่จะนิยมเลี้ยงกันในกระชัง ซึ่งลักษณะของน้ำจะมีความขุ่นเนื่องจากตะกอนดิน การที่จะพัฒนาผลผลิตพอ แม่พันธุ์ปลานิลให้ได้ผลผลิตดีขึ้น จึงควรมีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาช่วย เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลที่ดี ดังนั้น การใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ติดตามรายตัวในปลานิล ที่เลี้ยงในน้ำขุ่นก็เพื่อที่จะดูผลกระทบต่อปลานิลในด้านต่างๆ คือ อัตราการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย และผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของสีผิวแบบรายตัว จึงเป็นประเด็นสำคัญของการทดลองในครั้งนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ปลานิล ขนาดความยาวประมาณ 10 เซนติเมตร จำนวน 60 ตัว
2. ถังพลาสติกขนาด กว้างXยาวXสูง เท่ากับ 50X70X35 เซนติเมตร ตามลำดับ 3 ใบ
3. RFID tags ขนาด 1.0x0.25 เซนติเมตร 60 ตัว
4. อุปกรณ์การฝัง RFID tags
5. เครื่องอ่าน RFID tags (Reader) ยี่ห้อ IET รุ่น HL-163u
6. ตู้ถ่ายสีผิวปลา
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ UWE รุ่น NJW-1500 และเวอร์เนียร์
8. กล้องถ่ายภาพแบบดิจิทัล
9. ดินเหนียว
10. โกร่งบด
11. Sodiumhexametaphosphate
12. Turbidimeter ยี่ห้อ TUTTECH รุ่น TN-100
13. อาหารเม็ดสำเร็จรูป

วิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ (Completely Randomized Design: CRD) โดยกำหนดให้ ความแตกต่างความขุ่นของน้ำเป็นชุดการทดลอง ได้แก่

-ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุมเป็นปลานิลที่ได้รับการฝัง RFID tags จำนวน 20 ตัว ที่เลี้ยงในน้ำใสปกติ

-ชุดการทดลองที่ 2 เป็นกลุ่มของปลานิลที่ได้รับการฝัง RFID tags จำนวน 20 ตัว ที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อยประมาณ 33.6 ± 3.7 NTU

-ชุดการทดลองที่ 3 เป็นกลุ่มของปลานิลที่ได้รับการฝัง RFID tags จำนวน 20 ตัว ที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมากประมาณ 95.5 ± 5.5 NTU

ทำการเลี้ยงปลาทั้ง 3 กลุ่มการทดลองเป็นระยะเวลา 30 วัน โดยทำการวัดผล และบันทึกผลข้อมูล สัปดาห์ละ 1 ครั้ง จนถึงสิ้นสุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. ขั้นตอนการเตรียมการทดลอง

1.1 การเตรียมน้ำ

(1) เตรียมน้ำสำหรับทำการทดลองใส่ถังพลาสติกขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 70 เซนติเมตร และสูง 35 เซนติเมตร 3 ถัง ปริมาณน้ำถังละ 350 ลิตร โดยประมาณ

(2) เตรียมน้ำขุ่น โดยนำดินเหนียวซึ่งนำมาจากเกาะเกร็ด จ.นนทบุรี มาตากแห้ง และทำการบดให้ละเอียดด้วยโม่บด แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก โดยใช้อัตราส่วน น้ำ 1 ลิตร ต่อดิน 0.1 กรัม สำหรับน้ำขุ่นน้อย (33.6 ± 3.7 NTU) ซึ่งน้ำ 350 ลิตร จะได้ดิน 35 กรัม และได้ดิน 70 กรัม สำหรับน้ำขุ่นมาก (95.5 ± 5.5 NTU) หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักของสาร Sodiumhexametaphosphate โดยใช้อัตราส่วนน้ำ 1 ลิตร ต่อ Sodiumhexametaphosphate 1 กรัม สำหรับน้ำขุ่นมาก (95.5 ± 5.5 NTU) ซึ่งน้ำ 350 ลิตร จะได้ Sodiumhexametaphosphate 350 กรัม และได้ Sodiumhexametaphosphate 175 กรัม สำหรับน้ำขุ่นน้อย (33.6 ± 3.7 NTU) ทำการผสมดินกับน้ำ และ Sodiumhexametaphosphate กันในถังพลาสติกอื่นก่อน โดยให้ทั้งสามอย่างผสมเข้ากันให้ดี แล้วจึงเทใส่ลงในถังที่เตรียมน้ำไว้ 350 ลิตร ที่เตรียมไว้ 2 ถัง โดยใส่ความเข้มข้นลงถึง วัดความขุ่นของน้ำโดยใช้ Turbidimeter ยี่ห้อ TUTECH

1.2 การเตรียมสัตว์ทดลอง

(1) นำลูกพันธุ์ปลานิล จาก KMITL'S FISH TECH FARM บริเวณบ่อน้ำตึกเก่าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มาพักและอนุบาลไว้ในกระชัง เพื่อให้ได้ขนาดเริ่มต้นที่ 10.0 ± 0.08 เซนติเมตร

(2) นำปลานิลพักและอนุบาลไว้ มาฝัง RFID tags ลงใต้ผิวหนังบริเวณ ครีบหลัง (ภาพที่ 5) จำนวน 60 ตัว แล้วพักปลาไว้ 1 สัปดาห์โดยประมาณ เพื่อให้แผลที่เกิดจากการฝัง RFID tags หาย

2. ขั้นตอนการทดลอง (ภาพที่ 6)

2.1 นำปลานิลที่ได้รับการฝัง RFID tags จำนวน 60 ตัว มาวัดความยาว ซึ่งน้ำหนัก อ่านเบอร์ด้วยเครื่อง Reader และถ่ายภาพโดยใช้อุปกรณ์ในการถ่ายภาพสีผิว (ภาพที่ 7) ก่อนทำการทดลอง โดยแบ่งปลาเพื่อทำการวัดทีละ 20 ตัว

2.2 นำปลาที่ทำการวัดความยาว ซึ่งน้ำหนัก อ่านเบอร์ด้วยเครื่อง Reader และถ่ายภาพโดยใช้อุปกรณ์ในการถ่ายภาพสีผิว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ปลอกลงในถังเลี้ยงปลาที่มีน้ำใส น้ำขุ่นน้อย ประมาณ 33.6 ± 3.7 NTU และน้ำขุ่นมากประมาณ 95.5 ± 5.5 NTU โดยปลาใส่ถังละ 20 ตัว

2.3 ให้อาหารปลาโดยให้ตามความต้องการในการกินของปลาโดยให้ วันละ 2 ครั้ง เช้า และ เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำอาทิตย์ละ 1 ครั้งโดยแต่ละครั้งที่ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำจะทำตามขั้นตอนการเตรียมน้ำ ในข้อ 1.1



A



B

ภาพที่ 5 การฝัง RFID tags ลงใต้ผิวหนังปลานิล

(A) การฝัง RFID tags

(B) อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝัง RFID tags



A



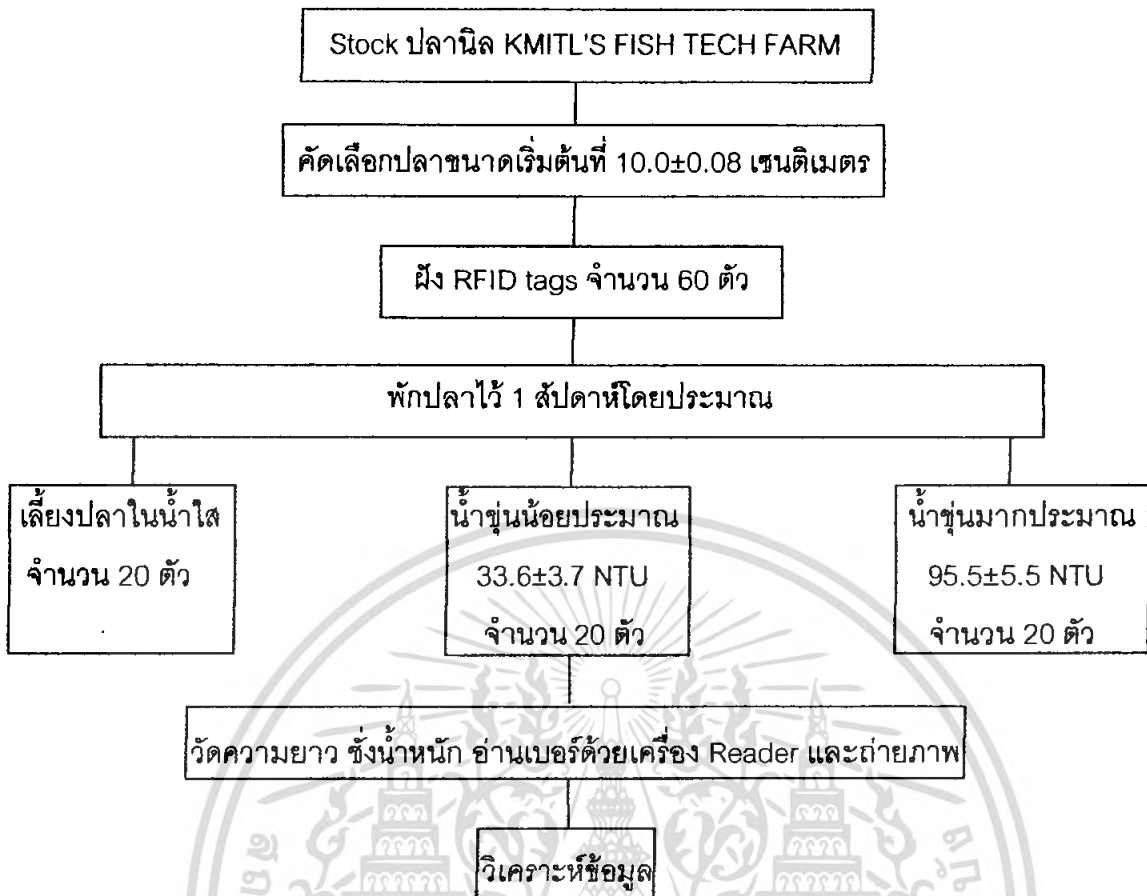
B

ภาพที่ 6 อุปกรณ์ในการถ่ายภาพสีฉิว

(A) กล้องถ่ายภาพแบบดิจิตอล

(B) ตู้ทึบแสงที่ใช้ในการถ่ายสีฉิวปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกข้อมูลอัตราการเติบโตโดยการวัดความยาว และชั่งน้ำหนักของปลาทุกๆ สัปดาห์
2. บันทึกการเปลี่ยนแปลงของสีผิวจากการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัลยี่ห้อ Nikon รุ่น D70s ก่อนเริ่มการทดลอง และสิ้นสุดการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวัดสีผิวโดยใช้โปรแกรม Photo shop ในการตัดภาพ และใช้โปรแกรม Mat lab ในการคำนวณสีผิว

นำข้อมูลค่าความสว่างของผิวปลานิล น้ำหนักปลา และความยาวปลา แต่ละตัวในแต่ละสัปดาห์ที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Microsoft office excel 2003 และวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance; ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SYSTAT version 5.02

สถานที่ทำการทดลอง

KMITL'S FISH TECH FARM บริเวณหน้าตึกเก่าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2550 ถึงวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลกระทบของความชุ่นต่อการเติบโต อัตราการรอด และการเปลี่ยนแปลงของสีผิว จากการทดลองนำปลานิล ที่ได้รับการฝัง RFID tags มาเลี้ยงในน้ำชุ่นน้อยที่มีความชุ่นประมาณ 33.6 ± 3.7 NTU เปรียบเทียบกับการเลี้ยงในน้ำชุ่นมากที่มีความชุ่นประมาณ 95.5 ± 5.5 NTU และเปรียบเทียบกับ การเลี้ยงในน้ำใส เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ได้ผลดังนี้

1. ผลของความชุ่นต่อการเติบโตของปลานิล

จากการศึกษาพบว่าในช่วง 2 สัปดาห์แรกของการทดลองพบว่า น้ำหนักของปลานิลส่วนใหญ่ลดลง เนื่องมาจากการปรับตัวของปลาให้เข้ากับสภาพความชุ่นของน้ำ เพราะก่อนจะทำการทดลองได้ทำการพักปลาไว้ในกระชังซึ่งมีสภาพน้ำที่มีความชุ่นไม่มาก และเนื่องมาจากเกิดการอมไข่ของปลาที่มีผลทำให้น้ำหนักปลาลดลง อาจเกิดจากการที่ปลาไม่สามารถมองเห็นอาหารในสภาพน้ำที่มีความชุ่นได้ นอกจากนี้อาจเป็นไปได้ว่าใช้ปลานิลที่มีขนาดใหญ่ทำการทดลอง ผลการเติบโตจึงไม่ชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามหลังจาก 2 สัปดาห์แรกพบว่าปลามีน้ำหนักเพิ่มขึ้น และปลานิลมีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเติบโตด้านต่างๆ ดังนี้

1.1 อัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR)

อัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR) หมายถึง การเติบโตของสัตว์น้ำในระยะ Exponential growth มีหน่วย คือ เปอร์เซ็นต์ต่อวัน โดยคำนวณได้จากสูตรดังนี้

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

จากการทดลองพบว่าอัตราการเติบโตจำเพาะของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส คือ 0.24 ± 0.07 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ปลานิลที่เลี้ยงในน้ำชุ่นน้อย คือ 0.20 ± 0.08 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และปลานิลที่เลี้ยงในน้ำชุ่นมาก คือ 0.04 ± 0.11 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ซึ่งค่าอัตราการเติบโตจำเพาะไม่ได้หมายถึงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเป็นกรัมของปลา แต่หมายถึงในแต่ละวันปลานิลที่เลี้ยงมีการเติบโตเพิ่มขึ้นเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อ 1 วัน จากน้ำหนักตัวเริ่มต้น เป็นระยะเวลา 30 วัน ซึ่งค่าที่ได้จะคิดเฉพาะในช่วงเวลาที่กำหนดไว้เท่านั้น โดยค่าอัตราการเติบโตจำเพาะจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นด้วย จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าในระดับความชุ่นที่เพิ่มขึ้นปลาจะมีอัตราการเติบโตจำเพาะน้อย เนื่องจากปลากินอาหารได้น้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการทดลองของ Rowe and Dean (1998) ในการทดลองเลี้ยงปลาน้ำจืด 6 ชนิด ได้แก่ ปลา Banded kokopu (*Galaxias*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

fasciatus), Smelt (*Retropinna retropinna*), Inanga (*Galaxias maculatus*), Koaro (*Galaxias brevipinnis*), Common bully (*Gobiomorphus cotidianus*) และ Redfined bully (*Gobiomorphus huttoni*) ในน้ำที่มีระดับความขุ่น 8 ระดับ ได้แก่ 0, 20, 40, 80, 160, 320 และ 640 NTU พบว่าอัตราการเติบโตของปลาทดลองลดลง เนื่องจากอัตราการกินอาหารเฉลี่ยของปลาทดลองลดลงเมื่อระดับความขุ่นเพิ่มขึ้น ซึ่งความขุ่นที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความสามารถในการมองเห็นอาหารของปลาลดลง

1.2 การเติบโตของปลานิลในด้านน้ำหนัก (WT)

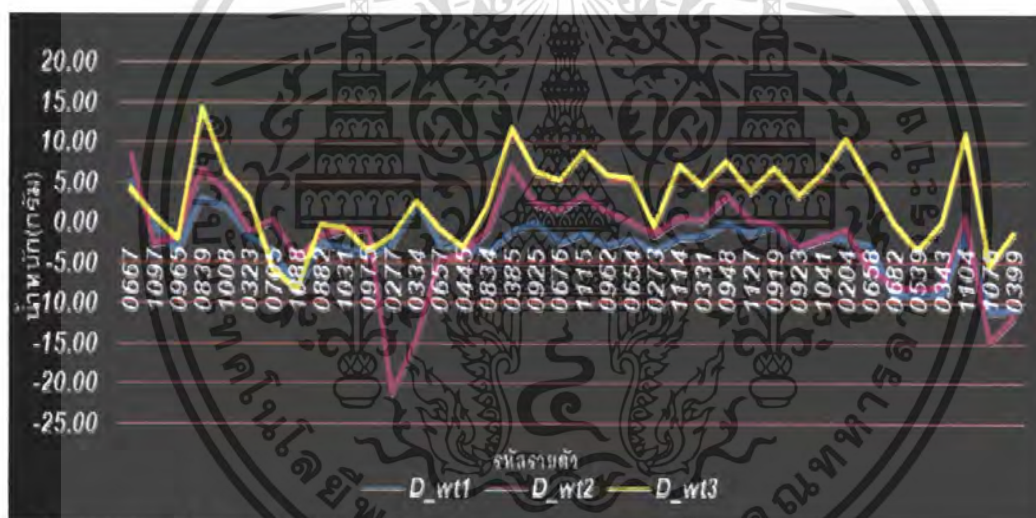
การเติบโตของปลานิลในด้านน้ำหนัก (ตารางที่ 1 และภาพที่ 8) พบว่าปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใสมีการเติบโตด้านน้ำหนักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมาก แต่ปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อยมีการเติบโตด้านน้ำหนักแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส และน้ำขุ่นมาก โดยปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใสมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 64.25 ± 3.26 กรัมต่อตัว ส่วนปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อย มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 51.54 ± 3.75 กรัมต่อตัว และปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมาก มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 58.62 ± 4.49 กรัมต่อตัว ซึ่งการที่ปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส มีการเติบโตในด้านน้ำหนักไม่แตกต่างกับปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมาก เพราะน้ำหนักปลาเริ่มต้นที่ใช้มีความใกล้เคียงกันมากกว่าปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อย ปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส และน้ำขุ่นมากจึงมีการเติบโตในด้านน้ำหนักแตกต่างกับปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Sweka and Hartman (2001) ในการทดลองเลี้ยงปลา Brook trout (*Salvelinus fontinalis*) โดยได้ทำการเลี้ยงปลาในน้ำที่มีความขุ่นที่น้อยมาก (< 3.0 NTU) ไปจนถึงระดับความขุ่นที่สูง (> 40 NTU) พบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักปลาทดลองทั้งหมดลดลง ในน้ำที่มีปริมาณความขุ่นสูง เพราะปลาจะมีพฤติกรรมการกินอาหารโดยการค้นหาอาหารแบบไร้จุดหมาย เพราะไม่สามารถมองเห็นอาหารได้ จึงทำให้การกินอาหารของปลายากขึ้น และต้องใช้พลังงานมากขึ้นด้วย ทำให้น้ำหนักของปลาลดลง อย่างไรก็ตามเป็นที่สังเกตว่า จากภาพที่ 8 นั้น พบว่าข้อมูลรายตัวของปลานิลแต่ละตัวมีการเติบโตในแง่ของน้ำหนักที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด อันแสดงให้เห็นศักยภาพภายใต้สัตัวหรือพันธุกรรมต่างกัน จึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการนำ RFID TAG มาใช้ติดตามรายตัวเพื่อการปรับปรุงพันธุ์

ตารางที่ 1 น้ำหนักตัวเฉลี่ยของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมาก (กรัมต่อตัว)

น้ำหนัก	น้ำใส	น้ำขุ่นน้อย	น้ำขุ่นมาก
WT0	60.51±4.06 ^a	48.84±3.98 ^a	57.40±3.34 ^a
WT1	56.18±3.23 ^a	46.70±4.05 ^a	56.24±3.93 ^a
WT2	56.64±3.02 ^a	46.44±3.20 ^b	58.15±4.15 ^a
WT3	60.94±3.24 ^a	49.85±3.94 ^a	57.89±4.13 ^a
WT4	64.25±3.26 ^a	51.54±3.75 ^b	58.62±4.49 ^{ab}

* WT0, WT1, WT2, WT3 และ WT4 หมายถึง น้ำหนักตัวเฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

* อักษรที่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



ภาพที่ 8 แสดงค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาแต่ละตัวในแต่ละสัปดาห์ โดย

- D_wt1 คือ น้ำหนักรายตัวของปลานิลที่เพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 0-สัปดาห์ที่ 1
- D_wt2 คือ น้ำหนักรายตัวของปลานิลที่เพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 0-สัปดาห์ที่ 2
- D_wt3 คือ น้ำหนักรายตัวของปลานิลที่เพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 0-สัปดาห์ที่ 4

1.3 การเติบโตของปลานิลจากความยาวลำตัว (LT)

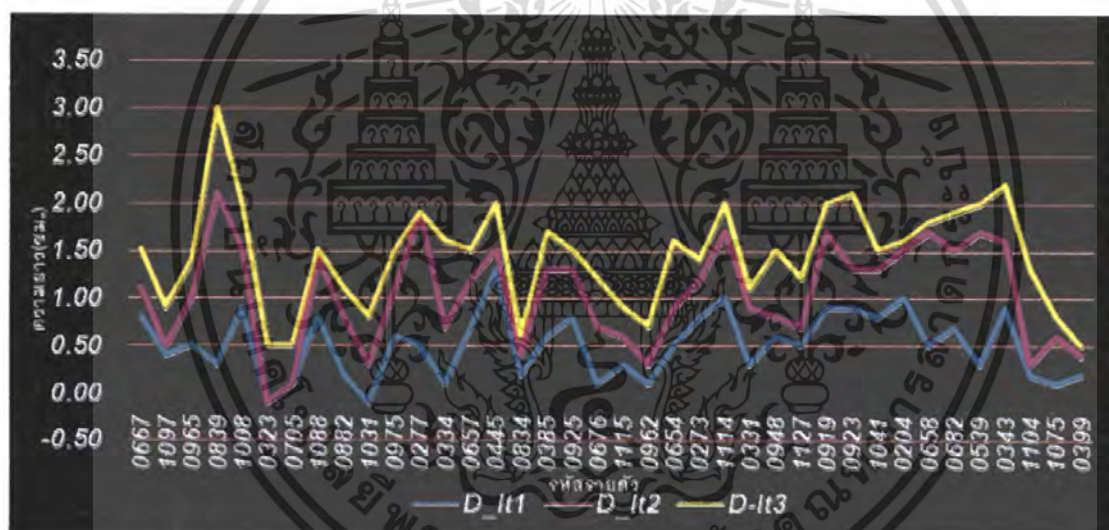
การเติบโตของปลานิลจากความยาวลำตัว(ตารางที่ 2 และภาพที่ 9) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใสมีความยาวลำตัว 15.87±0.29 เซนติเมตรต่อตัว ส่วนปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อยมีความยาวเฉลี่ย 14.87±0.32 เซนติเมตรต่อตัว และปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมากมีความยาวเฉลี่ย 15.60±0.45 เซนติเมตรต่อตัว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ความยาวเฉลี่ยของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมาก (ชม.ต่อตัว)

ความยาว	น้ำใส	น้ำขุ่นน้อย	น้ำขุ่นมาก
LT0	14.06±0.24 ^a	13.25±0.28 ^b	14.22±0.28 ^a
LT1	14.65±0.26 ^a	13.71±0.29 ^b	14.66±0.35 ^a
LT2	15.24±0.31 ^a	14.21±0.34 ^a	15.16±0.43 ^a
LT3	15.63±0.30 ^a	14.60±0.34 ^a	15.38±0.46 ^a
LT4	15.87±0.29 ^a	14.87±0.32 ^a	15.60±0.45 ^a

* LT0, LT1, LT2, LT3 และ LT4 หมายถึง ความยาวเฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 0, 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

* อักษรที่ไม่ต่างกันในแนวเดียวกัน หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 9 แสดงค่าความยาวที่เพิ่มขึ้นของปลาแต่ละตัวในแต่ละสัปดาห์ โดย

- D-It1 คือ ความยาวรายตัวของปลานิลที่เพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 0-สัปดาห์ที่ 1
- D-It2 คือ ความยาวรายตัวของปลานิลที่เพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 0-สัปดาห์ที่ 2
- D-It3 คือ ความยาวรายตัวของปลานิลที่เพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่ 0-สัปดาห์ที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลของความขุ่นต่ออัตราการรอดของปลานิล

จากการทดลองนำปลานิล ที่ได้รับการฝัง RFID tags มาเลี้ยงในน้ำขุ่นน้อยที่มีความขุ่นประมาณ 33.6 ± 3.7 NTU เปรียบเทียบกับการเลี้ยงในน้ำขุ่นมากที่มีความขุ่นประมาณ 95.5 ± 5.5 NTU และเปรียบเทียบกับการเลี้ยงในน้ำใส เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ได้ทำการคำนวณอัตราการรอดตาย (survival rate: เปอร์เซ็นต์) จากสูตร

$$= \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือรอดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาที่ปล่อยเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

พบว่า ปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส มีอัตราการรอดตาย (survival rate: เปอร์เซ็นต์) คือ 75 เปอร์เซ็นต์

ปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อย คือ 70 เปอร์เซ็นต์ และ ปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมาก คือ 45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ ปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมากมีเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายต่ำ จากการทดลอง เนื่องจาก ปลาต้องปรับตัวเข้ากับความขุ่นของน้ำ และอาจเกิดจากตะกอนดินที่เป็นตัวทำให้เกิดความขุ่น เข้าไปทำให้ระบบการหายใจของปลามีประสิทธิภาพลดลง ทำให้ปลาได้รับออกซิเจนในปริมาณที่น้อยลง ปลาจึงเกิดการตายได้ อัตราการรอดตายในปลาที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมากจึงน้อย ซึ่งในการทดลองจะเป็นไปได้ว่าในส่วนของกรเตรียมน้ำขุ่นนั้นมีการใส่สารต่างๆ ในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสมจึงมีผลกระทบต่ออัตราการรอดตายดังกล่าว

3. ผลของความขุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของปลานิล

จากการทดลองนำปลานิล ที่ได้รับการฝัง RFID tags มาเลี้ยงในน้ำขุ่นน้อยที่มีความขุ่นประมาณ 33.6 ± 3.7 NTU เปรียบเทียบกับการเลี้ยงในน้ำขุ่นน้อยที่มีความขุ่นประมาณ 95.5 ± 5.5 NTU และเปรียบเทียบกับการเลี้ยงในน้ำใส เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยในสัปดาห์แรกที่เริ่มทำการทดลอง ปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมากมีความสว่างของสีผิวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คือ 99.23 ± 6.02 , 99.48 ± 5.81 และ 95.50 ± 3.41 ตามลำดับ (ตารางที่ 4 ภาพที่ 10 และภาพที่ 11) และ พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง การเปลี่ยนแปลงของความสว่างของสีผิวปลานิล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ ในปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส จะมีค่าความสว่างเท่ากับ 78.64 ± 4.36 ปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อยจะมีค่าความสว่าง เท่ากับ 107.76 ± 3.44 และ ปลานิลที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมาก จะมีค่าความสว่าง เท่ากับ 110.65 ± 5.06 (ตารางที่ 3 และภาพที่ 10) ขณะเดียวกัน Van der salm *et al.* (2004) กล่าวว่า ปลาจะมีการมีการหลั่งของฮอร์โมน α melanocyte-stimulating hormone (α MSH) และ melanin-concentrating hormone (MCH) มากทำให้ปลามีสีเข้มหรือมีความคล้ำมาก เมื่อเลี้ยงในบ่อที่มีพื้นผิวสีดำ และปลาที่เลี้ยงในพื้นผิวสีขาวจะมีระดับของฮอร์โมน α melanocyte-stimulating hormone (α MSH) ต่ำกว่า ปลาจึงมีสีที่ซีดเผือกหรือมีค่าความสว่างมากกว่า ซึ่งเป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

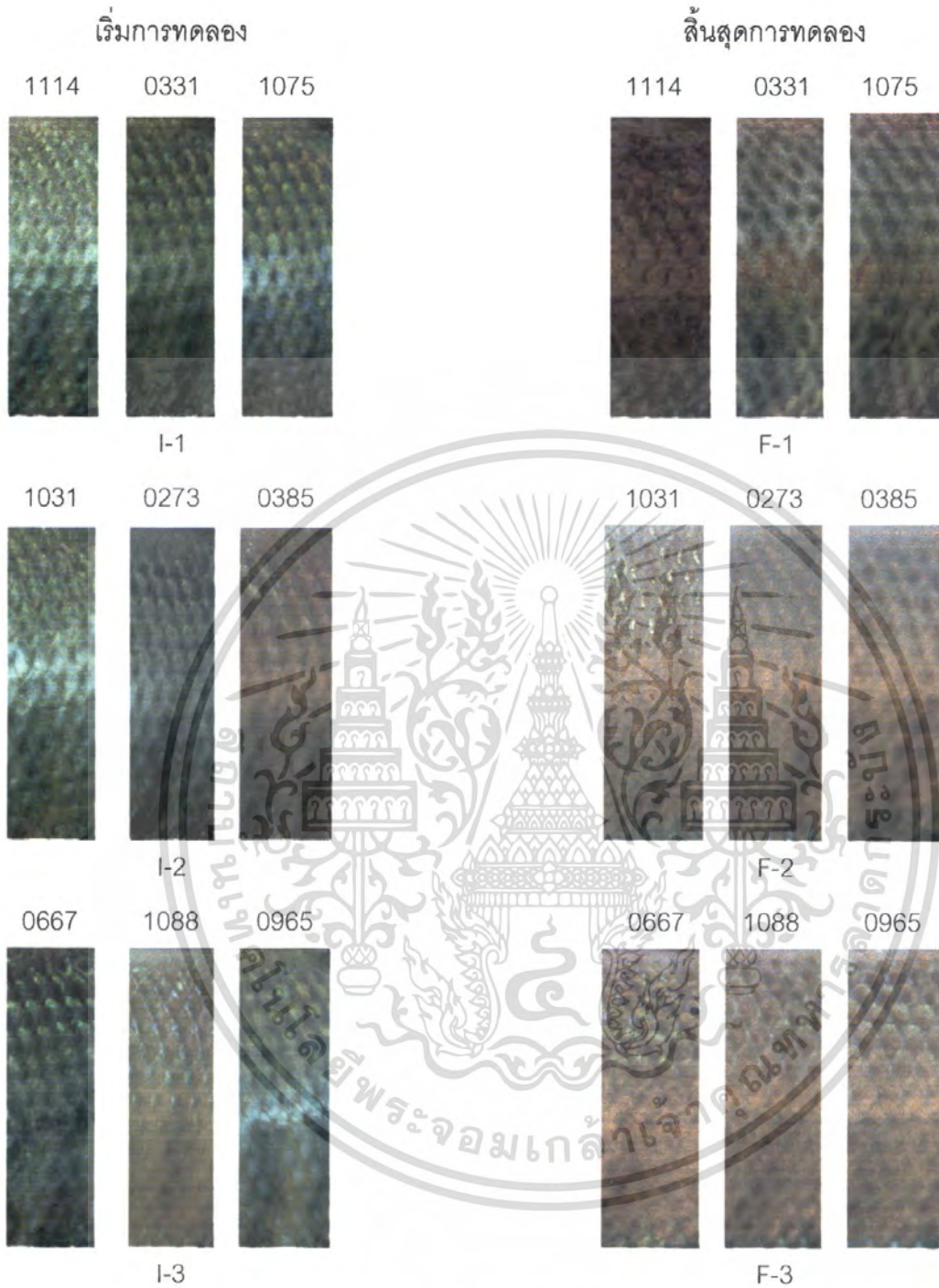
การตอบสนองจากความเครียดของปลา และจากการทดลองปลาที่เลี้ยงในน้ำใสมีความสว่างของสีผิวน้อยกว่าปลาที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมาก ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ปลาที่เลี้ยงในน้ำที่มีความขุ่นแตกต่างกันมีการเปลี่ยนแปลงของสีผิวไม่เหมือนกัน อาจมีสาเหตุมาจากความเครียดต่างๆ จากความขุ่นของน้ำ

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์ความสว่างสีผิวของปลานิลที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมาก

เวลา	น้ำใส	น้ำขุ่นน้อย	น้ำขุ่นมาก
เริ่มทดลอง	99.23±6.02 ^a	95.50±3.41 ^a	99.48±5.81 ^a
สิ้นสุดการทดลอง	78.64±4.36 ^a	107.76±3.44 ^b	110.65±5.06 ^b

* อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของสีผิว พบได้ว่าการใช้เทคโนโลยี RFID Tag เพื่อติดตามรายตัวนั้นมีประโยชน์อย่างมาก เนื่องจากสัตว์น้ำแต่ละตัวก็แสดงออกที่ต่างกันไป บางครั้งอาจตัวขาวในน้ำใส หรือตัวดำในน้ำขุ่น รวมทั้งสามารถทราบส่วนต่างๆ เป็นรายตัว จึงส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของการทดลอง นอกจากนี้ Reader and McGrouther (2005) รายงานว่า การเปลี่ยนแปลงของสีผิวปลาเกิดได้ 2 แบบ คือ การเปลี่ยนแปลงของสีผิวอย่างช้าๆ โดยมักจะเกิดขึ้นกับปลาที่มีการเจริญเติบโตจากระยะวัยอ่อน ผ่านระยะวัยรุ่นจนถึงระยะโตเต็มที่ ไปจนถึงในช่วงที่มีการผสมพันธุ์ นอกจากนี้ปลาหลายชนิดมีการเปลี่ยนแปลงของสีผิวเมื่อที่อยู่อาศัยเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และการเปลี่ยนแปลงสีผิวที่เกิดอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากความเครียด และการเปลี่ยนแปลงสีผิวในรูปแบบนี้เกิดขึ้นได้ในปลาที่ว่ายน้ำบริเวณพื้นท้องน้ำที่แตกต่างกัน เช่น ปลาที่ว่ายน้ำเหนือพื้นท้องน้ำที่สว่าง Chromosome จะย้ายไปอยู่ตรงกลาง มีผลให้ปลามีสีซีด และในทางตรงกันข้ามปลาที่ว่ายน้ำเหนือพื้นท้องน้ำที่มืด เป็นผลให้ Chromosome กระจายทั่วเซลล์ ซึ่งทำให้ปลามีสีเข้ม



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงของสีผิวพลาซิลที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมาก เมื่อเริ่มการทดลอง (I-1-I-3) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (F-1-F-3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการศึกษาการใช้เทคโนโลยี RFID ติดตามรายตัวในปลาไน (*O. niloticus*) ที่เลี้ยงในสภาพน้ำที่มีความขุ่น โดยเปรียบเทียบระหว่างปลาไนที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นน้อยที่มีความขุ่นประมาณ 33.6 ± 3.7 NTU และน้ำขุ่นมากที่มีความขุ่นประมาณ 95.5 ± 5.5 NTU พบว่า

1. ปลาไนที่เลี้ยงในน้ำใส น้ำขุ่นมาก และน้ำขุ่นน้อย มีอัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR) เท่ากับ 0.24 ± 0.07 , 0.20 ± 0.08 และ 0.04 ± 0.11 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ

2. การเติบโตของปลาไนในด้านน้ำหนัก พบว่าปลาไนที่เลี้ยงในน้ำใสมีการเติบโตด้านน้ำหนักไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับปลาไนที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมาก แต่ปลาไนที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อยมีการเติบโตด้านน้ำหนักแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับปลาไนที่เลี้ยงในน้ำใส และน้ำขุ่นมาก โดยปลาไนที่เลี้ยงในน้ำใสมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 64.25 ± 3.26 กรัมต่อตัว ส่วนปลาไนที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อย มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 51.54 ± 3.75 กรัมต่อตัว และปลาไนที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมาก มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 58.62 ± 4.49 กรัมต่อตัว นั่นคือสามารถเลี้ยงปลาไนขนาดใหญ่ในระดับความขุ่นสูงๆ ได้

3. การเติบโตของปลาไนด้านความยาวลำตัว พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยปลาไนที่เลี้ยงในน้ำใสมีความยาวลำตัว 15.87 ± 0.29 เซนติเมตรต่อตัว ส่วนปลาไนที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อย มีความยาวเฉลี่ย 14.87 ± 0.32 เซนติเมตรต่อตัว และปลาไนที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมาก มีความยาวเฉลี่ย 15.60 ± 0.45 เซนติเมตรต่อตัว

4. อัตราการรอดตายปลาไนที่เลี้ยงในน้ำใส มีอัตราการรอดตาย (survival rate) คือ 75 เปอร์เซ็นต์ ปลาไนที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อย คือ 70 เปอร์เซ็นต์ และ ปลาไนที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมาก คือ 45 เปอร์เซ็นต์

5. การเปลี่ยนแปลงของความสว่างของสีผิวปลาไน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ ในปลาไนที่เลี้ยงในน้ำใส จะมีค่าความสว่างเท่ากับ 78.64 ± 4.36 ปลาไนที่เลี้ยงในน้ำขุ่นน้อย จะมีค่าความสว่าง เท่ากับ 107.76 ± 3.44 และ ปลาไนที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมาก จะมีค่าความสว่าง เท่ากับ 110.65 ± 5.06 โดยปลาไนที่เลี้ยงในน้ำขุ่นมีแนวโน้มของลักษณะสีผิวที่ปรากฏจะเป็นสีขาวมากกว่าสีดำ รวมทั้งอาจมีการศึกษาตั้งแต่ในขนาดเล็ก ในหลายระดับความขุ่น และความหนาแน่น เพื่อศึกษาทั้งในเรื่องการเติบโต และการเปลี่ยนแปลงของสีผิวดังกล่าว อย่างไรก็ตามอาจมีการศึกษาเพิ่มเติมทั้งในแง่ของความเครียดที่เกิดขึ้นด้วย

จากการทดลองพบว่าการใช้เทคโนโลยี RFID กับปลาไนที่ใช้ทดลองนั้นสามารถเก็บข้อมูลของปลาทุกตัวได้ และเป็นการลดพื้นที่ในการทดลอง แต่ความขุ่นจะเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบ ต่ออัตราการเติบโต อัตราการรอดตาย และการเปลี่ยนแปลงของสีผิว การศึกษารุ่นนี้จึงอาจนำมาใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการผลิตพ่อแม่พันธุ์ปลาไนผลผลิตที่ดีขึ้นต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการบันทึกเพศของปลานิล เมื่อสามารถสังเกตได้จากลักษณะภายนอกได้ เพื่อใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป
2. ควรทำการฝัง RFID Tags ในปลาที่มีขนาดเล็กลง เพื่อดูอัตราการเติบโตในด้านต่างๆตั้งแต่ปลายังเล็กอยู่
3. ในความชุ่นแต่ละระดับปลา มีระดับความเครียดไม่เท่ากัน ทำให้ปลาเจริญเติบโตไม่เท่ากัน
4. ควรมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนความเครียดในแต่ละระดับความชุ่น หรือในสภาพการเลี้ยงที่ต่างกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง. 2549. คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. [Online]. Available: <http://www.fisheries.go.th/cs-trat/blue/m.htm>
- นิพนธ์ จันทร์ประทัด และ ชัยศิริ ศิริกุล. 2546. การใช้ไมโครชิพในปลาเสือตอ. ใน: บทคัดย่อการสัมมนาประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2546. กรมประมง. 23 น.
- ปกรณณ์ อุ่นประเสริฐ. 2541. การเพาะเลี้ยงปลานิล. กองส่งเสริมการประมง. กรมประมง, กรุงเทพฯ. 36 น.
- ปานเทพ รัตนากร. ไม้ระบุปีที่พิมพ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 52 น.
- Anonemous. 2007. ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสีปลา. [Online]. Available: <http://www.thaianimal.tripod.com/fish/fishpage/fishcolor.html>.
- Ardjosoediro, I. and I.W., Ramnarine. 2002. The influence of turbidity on growth, feed conversion and survivorship of the Jamaica red tilapia strain. *Aquaculture* 212 : 159-165
- Boyd, C.E. 1990. *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama : Birmingham Publishing Co. 401 p
- McFarlane, G. A. , Wydowski, R.S. and Prince, E.D. 1990. External tags and marks, historical review of the development of external tags and marks. *American Fisheries Society Symposium*. 7 : 9-29.
- Michael, P. 1997. Cage culture species suitable for cage culture. *SRAC Publication* 163 : 1-4.
- 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/fag/colour.htm>.
- Riche, M. and Garling, D. 2003. Feeding tilapia in intensive recirculating systems. North central regional aquaculture center. 4 p

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Rowe, D.K. and Dean, T.L. 1998. Effect 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
- Sweka J.A. and Hartman K.J. 2001. Effects of turbidity on prey consumption and growth in brook trout and implications for bioenergetics modeling. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* 58 : 386-393.
- Tony P.M. Andersson, Daniel Filippini and Anke Suska. 2005. Frog melanophores cultured on fluorescent microbeads: biomimic-based biosensing. *Biosensors and Bioelectronics* 21 : 111–120
- Van der Salm, M. Martı́nez and G. Flik. 2004. Effects of husbandry conditions on the skin colour and stress response of red porgy, *Pagrus pagrus*. *Aquaculture* 241 : 371–386
- <http://www.nectec.or.th>
- http://www.nicaonline.com/articles1/site/view_article.asp?idarticle=153
- <http://www.rfid.in.th/main/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=1>
- <http://www.th.wikipedia.org>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 RFID Tag ที่ใช้ในแต่ละ Treatment

น้ำใส	น้ำชุ่นน้อย	น้ำชุ่นมาก
1114	1031	0543
0996	0975	0955
0365	0277	1144
0331	0334	0882
0948	0657	1088
1127	0445	1018
0919	0834	0897
0923	0385	0705
1041	0925	1097
0204	0676	1008
0658	1115	0667
0682	0962	0839
1066	0516	0965
0539	0654	0323
0343	0273	0419
1075	0913	1004
1104	0438	0908
0399	0259	0985
0536	0893	0903
0916	0710	0938

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 ข้อมูลน้ำหนัก และความยาวเฉลี่ยของปลานิลที่เลี้ยง

Treatment	น้ำใส	น้ำขุ่นมาก	น้ำขุ่นน้อย
WT0	60.51	57.40	48.84
LT0	14.06	14.22	13.25
WT1	56.18	56.24	46.70
LT1	14.65	14.66	13.71
WT2	56.64	58.15	46.44
LT2	15.24	15.16	14.21
WT3	60.94	57.89	49.85
LT3	15.61	15.38	14.60
WT4	64.25	58.62	51.54
LT4	15.87	15.60	14.87

ตารางผนวกที่ 3 ระดับค่า pH ในน้ำบ่อเลี้ยงปลานิลที่เลี้ยงด้วยน้ำใส น้ำขุ่นน้อย และน้ำขุ่นมาก ในแต่ละสัปดาห์

pH	สัปดาห์ที่ทำการทดลอง				
	0	1	2	3	4
น้ำใส	6.36	6.58	6.77	6.48	6.64
น้ำขุ่นน้อย	6.77	6.86	7.23	6.57	6.72
น้ำขุ่นมาก	6.75	6.94	7.41	6.62	6.87

ตารางผนวกที่ 4 จำนวนการรอดตาย (ตัว) และอัตราการรอดตายของปลานิล (%) หลังสิ้นสุดการทดลอง

Treatment	จำนวนปลานิลที่รอดตาย(ตัว)					อัตราการรอดตาย(%)
	สัปดาห์ที่ทำการทดลอง					
	0	1	2	3	4	
น้ำใส	20	17	15	15	15	75
น้ำขุ่นน้อย	20	19	14	14	14	70
น้ำขุ่นมาก	20	16	12	9	9	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 ข้อมูลความสว่างเฉลี่ยของสีผิวปกาก่อนทำการทดลอง และหลังการทดลอง

ความสว่างของสี			
ผิว	น้ำใส	น้ำขุ่นน้อย	น้ำขุ่นมาก
เริ่มการทดลอง	99.23	95.50	99.48
สิ้นสุดการทดลอง	78.64	107.76	110.65



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้