สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การพัฒนาระบบฟักไข่ปลานิลร่วมกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID เพื่อสอบย้อนพ่อแม่พันธุ์

Development of Nile Tilapia Egg Hatching Prototype and Application of Radio Frequency Identification (RFID) for Brood-stock Tracing

โดย

นางรุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์
นายดุสิต เอื้ออำนวย
นายศักดิ์ชัย ชูโชติ
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
9H
167
.N54
ว621ก
เลขหมู่ ว.1
เลขทะเบียน 120423
วัน, เดือน, ปี 21 ก.พ. 2555
b 12834767
i

สนับสนุนโดย
งบประมาณเงินรายได้เพื่อการวิจัยคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

การทดลองระบบฟักไข่ปลานิลร่วมกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID เพื่อสอบย้อนพ่อแม่พันธุ์เบื้องต้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) โดยไข่ปลานิลระยะที่ 1 (un-eyed stage) จะได้รับการกระตุ้นด้วยอุณภูมิต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่มควบคุมอุณหภูมิประมาณ 26±1 องศาเซลเซียสกลุ่มอุณหภูมิ 32±1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส ในระบบเพาะฟักที่ได้ออกแบบขึ้น เป็นเวลานาน 10 วัน พบว่า (1) อุณหภูมิส่งผลกระทบเชิงลบต่ออัตราการฟักตัวของไข่ปลานิล ยิ่งอุณหภูมิเพิ่มขึ้นพบว่าไข่ยิ่งมีอัตราการฟักตัวต่ำลง โดยไข่ที่ได้รับการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 26±1 (กลุ่มควบคุม) 32±1 และ 35±1 องศาเซลเซียส ไข่มีอัตราการฟักตัวประมาณร้อยละ 89, 77 และ 65 ตามลำดับ (2) อุณหภูมิส่งผลกระทบเชิงลบต่ออัตราการรอดตายของลูกปลานิลวัยอ่อน ยิ่งอุณหภูมิเพิ่มขึ้นพบว่าอัตราการรอดตายยิ่งต่ำลง โดยลูกปลานิลที่ได้รับการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 26±1 (กลุ่มควบคุม) 32±1 และ 35±1 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ยังเป็นไข่ พบว่ามีอัตราการรอดตายประมาณร้อยละ 83, 66 และ 50 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าไข่ที่ได้รับการกระตุ้นที่อุณหภูมิสูงทำให้อัตราการพิการในตัวอ่อนเพิ่มสูงด้วย โดยที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส พบว่าตัวอ่อนมีอัตราการพิการสูงถึงร้อยละ 12 ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีอัตราการพิการไม่ถึงร้อยละ 1 และ (3) อุณหภูมิส่งผลกระทบเชิงบวกต่อลักษณะสัดส่วนเพศผู้ในลูกพันธุ์ปลานิล ยิ่งอุณหภูมิเพิ่มขึ้นพบว่าสัดส่วนเพศผู้ยิ่งเพิ่มสูงขึ้น โดยไข่ที่ได้รับการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 26±1 (กลุ่มควบคุม) 32±1 และ 35±1 องศาเซลเซียส พบสัดส่วนเพศผู้ประมาณร้อยละ 51, 65 และ 71 ตามลำดับ นอกจากนี้ระบบ FishTechFarm (Module Trace Back to Brood Stock) ที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถใช้ตามสอบพ่อแม่พันธุ์ได้

คำสำคัญ (Keywords) ของโครงการวิจัย

ปลานิล อุณหภูมิ ระบบเพาะฟัก สัดส่วนเพศ อาร์เอฟไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

Preliminary studies on prototype hatching system of Nile tilapia for male induction are reported. The induction was carried out by using temperature and RFID technology was used to track the brood stock breeder. The completely randomized design (CRD) was used in this experiment. Three treatments were varied by temperature induction; the controlled group was 26±1 °C and high temperature induction were 32±1 °C, and 35±1 °C, respectively. The Nile tilapia's eggs were treated with these temperatures for 10 days. The results showed a negative temperature effect on the hatching rate of Nile tilapia. Higher temperatures caused lower hatching rate. At temperatures of 26±1 °C (controlled group) 32±1 °C, and 35±1 °C, the hatching rate were found to be approximately 89, 77 and 65, respectively. The temperature has negative effects on the hatching rate and the larvae survival of Nile tilapia. The rise in temperature causes a lower survival rate.

The tilapia fish, stimulated at 26±1 °C (controlled group), 32±1 °C, and 35±1 °C since un-eyed stage of fertilized eggs, showed a survival rate of approximately 83, 66 and 50, respectively, Eggs, which have been activated at high temperatures, showed high rates of deformity in the Nile tilapia larvae. At temperature of 35±1 ° C, the larvae have a deformity of less than 12 percent, while the rate of deformity is less than 1 percent for the controlled group.

The temperature impacts positively on the proportion of males in Nile tilapia. The rise in temperature results in a much higher proportion of males. The eggs, which had been induced at 26±1 (controlled group) 32±1, and 35±1 °C, showed the proportion of male approximately 51, 65 and 71, respectively. An in-house system "FishTechFarm" was used for traceability of the breeder and prototype hatching system.

Keywords

Nile tilapia, Temperature induction, Hatching system, Sex ratio, RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 สำรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	11
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	13
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	20
กิตติกรรมประกาศ	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก คู่มือการใช้งานโปรแกรม FISH TECH FARM (Module Trace Back to Brood Stock)	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	อัตราการฟักไข่ปลานิลที่ฟักด้วยอุณหภูมิต่างกัน	13
4.2	อัตราการรอดตายของลูกปลานิลที่ฟักด้วยอุณหภูมิต่างกันหลังจากเลี้ยงนาน 10 วัน	13
4.3	อัตราการพิการที่ตรวจพบในลูกปลานิล	15
4.4	ระยะเวลาการพัฒนาและการเจริญเติบโตในไข่ปลานิล (*O. niloticus*) ที่ผ่านการปฏิสนธิ	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	(ก) FTF-HH และ (ข) FTF-HN	3
2.2	ปัจจัยกำหนดเพศในปลานิล	5
2.3	ต้นแบบระบบฟักไข่ปลานิล (ก) และ แบบจำลองเพื่อใช้ในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม (ข)	6
2.4	ระบบการหมุนเวียนน้ำในระบบฟักไข่ปลานิลพร้อมรูปแบบการนำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้งาน	6
2.5	การถ่ายทอดข้อมูลจากพ่อแม่พันธุ์สู่ระบบฟักไข่ผ่านเทคโนโลยี RFID	7
2.6	ระบบฟักไข่ปลานิลด้วยขวดพลาสติกและระบบถาดในการอนุบาลต่อเนื่อง	8
2.7	ระบบฟักไข่ปลานิลที่มีการใช้วัสดุหลากหลายรูปแบบ	8
2.8	ตัวอย่างชนิดของเครื่องอ่านที่ผลิตในเมืองไทย เครื่องอ่าน IET โมเดล HL-163u / HL-164u (ก), เครื่องอ่าน โมเดล SKD7001 V1.0 (ข), และ เครื่องอ่านโมเดล SIC-Pi10-07 (ค)	9
2.9	ป้ายชนิดพาสซีฟรูปแบบต่าง ๆ (ก) ป้ายชนิดกึ่งแอ็กทีฟ และป้ายชนิดแอ็กทีฟ (ค)	10
3.1	ตำแหน่งเซลล์สืบพันธุ์ในปลานิล	12
3.2	ลักษณะเซลล์สืบพันธุ์ปลานิลเพศผู้ (ก) และเซลล์สืบพันธุ์ปลานิลเพศเมีย (ข)	12
4.1	ลักษณะลูกปลาปกติ และลูกปลาที่มีลักษณะปรากฏผิดปกติ คือ ลักษณะกระดูกคด(ปลายลูกศร)	15
4.2	สัดส่วนเพศผู้ที่ตรวจพบในปลานิลที่กระตุ้นด้วยอุณหภูมิที่แตกต่างกัน	15
4.3	การพัฒนาและการเจริญเติบโตในไข่ปลานิล (*O. niloticus*) ที่ผ่านการปฏิสนธิ	18
4.4	ลักษณะปลาหมอเทศ (*O. mossambicus*) ปกติ (a) และลักษณะความผิดปกติที่เป็นผลมาจากการได้รับการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ (b,c)	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอันดับหนึ่งของประเทศ และมีแนวโน้มของการขยายการเลี้ยงเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากคุณลักษณะของปลานิลสามารถเลี้ยงได้ง่ายและเติบโตได้รวดเร็ว รวมทั้งมีคุณภาพเนื้อเป็นปลาเนื้อขาวที่มีศักยภาพในการส่งออกต่างประเทศ ทำให้ปัจจุบันเป็นปลายุทธศาสตร์ของกรมประมงที่มีนโยบายสนับสนุนและส่งเสริมให้เลี้ยงปลานิลคุณภาพเป้าหมายเพื่อส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศเพิ่มขึ้น และดำเนินการภายใต้การส่งเสริมด้านการเพาะเลี้ยงบนมาตรฐานของฟาร์ม GAP และบนพื้นฐานของความปลอดภัยด้านอาหาร (Food safety)

ปริมาณและมูลค่าผลผลิตปลานิลในประเทศนั้น พบว่าในปี 2551 ผลผลิตปลานิลที่ได้จาก การเพาะเลี้ยงมีปริมาณสูงกว่า 195,000 ตัน หรือมีมูลค่ากว่า 5,700 ล้านบาท ปลานิลส่วนใหญ่นิยมบริโภคภายในประเทศในขณะที่มูลค่าการส่งออกในปีดังกล่าวมีมูลค่ากว่า 1,200 ล้านบาท ถ้าประเมินจำนวนลูกพันธุ์จากผลผลิตในปีดังกล่าวพบว่าจะต้องมีลูกพันธุ์คุณภาพดีสนับสนุนกิจกรรมการเพาะเลี้ยงปลานิลประมาณ 800 ล้านตัว (ภายใต้สมมติฐานอัตราการรอดตายของสัตว์น้ำร้อยละ 100 และจำนวน 4 ตัวต่อกิโลกรัม) การเลี้ยงปลานิลนั้นเกษตรกรนิยมเลี้ยงปลานิลแปลงเพศผู้ จากปลานิลที่ฝังอาร์เอฟไอดีแท็ก พบว่าปลานิลเพศเมียอายุประมาณ 2 เดือนมีการพัฒนาของไข่อย่างชัดเจนและพร้อมที่จะผสมพันธุ์ได้ จึงทำให้ผลผลิตปลานิลที่ได้มีความแตกต่างกันทั้งในเรื่องของขนาดตัวและน้ำหนักตัว มีปลาหลายรุ่นในบ่อเดียวกัน ดังนั้นทำให้ต้องมีการใช้ฮอร์โมนปริมาณมากเพื่อผลิตลูกพันธุ์ปลานิลเพศผู้สนับสนุนกิจกรรมการเลี้ยงปลานิลทั้งประเทศไทย ในปัจจุบันผู้บริโภคมีมุมมองเกี่ยวกับปลานิลแปลงเพศว่าอาจมีสารตกค้างในเนื้อปลา หรือแม้กระทั่งฮอร์โมนที่ใช้อาจตกค้างสู่แหล่งน้ำหรือแม้กระทั่งสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ในทรัพยากรธรรมชาติได้ ทำให้มีการศึกษาแนวทางอื่นเพื่อการแปลงเพศปลานิล เช่น การใช้สารสกัดจากธรรมชาติ หรือวิธีการอื่น ๆ เช่น การกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลง pH ของน้ำ เพื่อสนับสนุนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

คณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบระบบเพาะฟักปลานิล เพื่อทดสอบการกระตุ้นการแปลงเพศด้วยการใช้อุณหภูมิ รวมทั้งการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อการตามสอบถึงพ่อแม่พันธุ์คุณภาพได้ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ คือ ได้สิ่งประดิษฐ์ที่สามารถใช้งานได้จริง เพื่อสนับสนุนงานวิจัยเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ รวมทั้งการเรียนการสอนทางด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การทดสอบในครั้งนี้ภายใต้ขอบเขตของใช้ปลานิลพ่อแม่พันธุ์ที่ได้รับการฝัง RFID Tag เพื่อผลิตไข่ รวมทั้งการใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อทดสอบผลอุณหภูมิต่ออัตราการฟักไข่ปลานิลเบื้องต้น และพัฒนาโปรแกรมเพื่อตามสอบพ่อแม่พันธุ์ในระบบฟักไข่ที่พัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
สำรวจเอกสาร

จากองค์ความรู้ที่คณะวิจัยได้ทำการวิจัยมาอย่างต่อเนื่องที่ FishTechFarm คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ด้วยการนำระบบบ่งชี้สิ่งของด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Frequency Identification: RFID) โดยได้พัฒนาระบบ FTF-HH (FishTechFarm Handheld Reader) และระบบ FTF-HN (FishTechFarm Hand-net Reader) ตามภาพที่ 2.1 ระบบ FTF-HH ประกอบด้วย (1) Handheld Reader (2) เครื่องชั่งน้ำหนัก และ (3) เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อม Software (อุปกรณ์เสริม คือ สวิงสำหรับตักปลา) เชื่อมต่อด้วยสาย USB Port ในขณะที่ระบบ FTF-HN ประกอบด้วย (1) Handheld Reader รูปทรงสวิงพร้อมมีระบบบันทึกน้ำหนักและ (2) เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อม Software เชื่อมต่อด้วยได้ทั้งสาย USB Port และไร้สาย (Wireless technology) สำหรับระบบ FTF-HH มีขั้นตอนการเก็บข้อมูลสัตว์น้ำเป็นรายตัวดังต่อไปนี้ (1)จับสัตว์น้ำที่ฝัง RFID tag ด้วยสวิง (2) อ่านรหัสสัตว์น้ำ (3) ชั่งน้ำน้ำหนัก และ (4) บันทึกข้อมูล (แสดงข้อมูลต่อเนื่องได้) ในขณะที่ระบบ FTF-HN มีขั้นตอนการเก็บข้อมูลในสัตว์น้ำน้อยกว่าระบบ FTF-HH เนื่องจากคณะวิจัยมีการพัฒนาเครื่องอ่าน RFID Reader ให้เป็นแบบสวิงทำให้ตักสัตว์น้ำและสามารถอ่านรหัส RFID จะทำให้ลดขั้นตอนการทำงานและระยะเวลาในการเก็บข้อมูล (รุ่งตะวัน และอภินันท์, 2553)

ก ข

ภาพที่ 2.1 (ก) FTF-HH และ (ข) FTF-HN

จากการพัฒนางานวิจัยมาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ต้องมีการพัฒนาต่อเนื่องเพื่อการติดตามข้อมูลในรุ่นลูกแต่ละรุ่นที่เชื่อมต่อข้อมูลกับพ่อแม่พันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีของปลานิลซึ่งเป็นน้ำจืดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและมีแนวโน้มของการเพาะเลี้ยง รวมทั้งการส่งออกที่เพิ่มสูงขึ้น ในกรณีปลานิลพ่อแม่พันธุ์ที่ได้รับการฝัง RFID Tag แล้วนั้น ยังขาดระบบฟักไข่ที่มีคุณภาพและสามารถตามสอบไปถึงพ่อแม่พันธุ์ที่ได้ฝัง RFID Tag ไว้ ดังนั้นเพื่อให้ทราบและตามสอบแหล่งที่มาและคุณลักษณะของพ่อแม่พันธุ์ งานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งนี้ได้ออกแบบระบบฟักไข่ เพื่อใช้ประกอบการคัดเลือกพันธุ์พ่อแม่พันธุ์คุณภาพ โดยได้ออกแบบระบบฟักไข่ปลานิลที่ชุดฟักไข่แต่ละชุดได้รับการติดป้าย RFID เมื่อมีการนำไข่จากแม่พันธุ์ดังกล่าวอาจใช้สวิงหรือเครื่องอ่านเพื่ออ่านรหัสแม่พันธุ์ที่เก็บไข่มาฟักควบคู่กับการอ่านรหัสที่ชุดฟักไข่ ซึ่งจะทำให้เกิดการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างแม่พันธุ์กับระบบเพาะฟักสู่ฐานข้อมูลทันที จึงสามารถตามสอบได้ในช่วงการอนุบาล

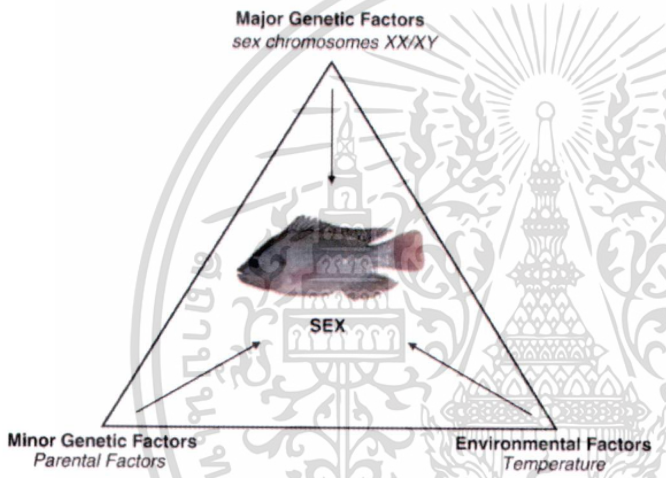
ถึงแม้ปลานิลสามารถผสมพันธุ์ได้ตลอดทั้งปีก็ตาม ถ้าเกษตรกรต้องการให้แม่พันธุ์ผลิตลูกพันธุ์คุณภาพดีนั้นควรจะจัดการให้วางไข่ได้ประมาณ 5 – 6 ครั้งในรอบปี พฤติกรรมที่พร้อมจะผสมพันธุ์และวางไข่ของปลานิลคือปลาเพศผู้จะแยกออกจากฝูงแล้วเริ่มสร้างรังโดยเลือกเอาบริเวณเชิงลาดหรือก้นบ่อ รังของปลานิลมีลักษณะค่อนข้างกลมเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20 – 35 ซม. ลึกประมาณ 3 – 6 ซม. หลังจากที่พ่อพันธุ์ปลาสร้างรังเรียบร้อยแล้วมันจะพยายามไล่ปลาตัวอื่น ๆ ให้ออกไปนอกรัศมีของรัง ขณะเดียวกันพ่อปลาที่สร้างรังจะแผ่ครีบหางและอ้าปากกว้างเพื่อดึงดูดเพศเมีย เมื่อเลือกเพศเมียได้ถูกใจแล้วจะแสดงพฤติกรรมการจับคู่ผสมพันธุ์กัน ปลาพ่อพันธุ์จะใช้บริเวณหน้าผากดุนที่ใต้ท้องของแม่พันธุ์เพื่อกระตุ้นเร่งเร้าให้แม่พันธุ์วางไข่ เมียพันธุ์จะทยอยวางไข่ครั้งละ 10 – 15 ฟอง ปริมาณไข่ทั้งหมดในแต่ละครั้งประมาณ 50 – 600 ฟอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของแม่พันธุ์ หลังจากที่แม่พันธุ์วางไข่แต่ละครั้งแล้วพ่อพันธุ์ปลาจะว่ายน้ำไปมาเหนือไข่พร้อมกับปล่อยน้ำเชื้อลงไป โดยจะมีพฤติกรรมเช่นนี้จนกว่าแม่พันธุ์จะวางไข่หมด ซึ่งพฤติกรรมการผสมพันธุ์ทั้งหมดจะใช้เวลาแต่ละครั้งประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นที่ไข่ได้รับการผสมพันธุ์แล้วปลาแม่พันธุ์จะเก็บไข่ดังกล่าวอมไว้ในปากแล้วว่ายออกจากรัง ส่วนปลาพ่อพันธุ์ก็จะคอยหาโอกาสเคล้าเคลียกับปลาตัวเมียอื่นต่อไป

ในธรรมชาติปลาแม่พันธุ์จะฟักไข่ที่อมไว้ในปากด้วยการขยับปากให้น้ำไหลเข้าออกในช่องปากอยู่เสมอ เพื่อให้ไข่ที่อมไว้ในปากได้รับน้ำที่สะอาด พฤติกรรมการอมไข่ไว้ในปากยังมีประโยชน์เพื่อป้องกันศัตรูที่จะมากินไข่ด้วย ระยะเวลาฟักไข่ประมาณ 4-10 วัน โดยทั่วไปจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ หลังจากไข่ฟักเป็นลูกปลาวัยอ่อนแล้ว แม่ปลาจะใช้เวลาในการดูแลไข่และตัวอ่อนประมาณ 10 วัน นับจากวันที่แม่ปลาวางไข่ ในช่วงระยะเวลาที่ลูกปลาฟักออกมาเป็นตัวใหม่ ๆ ลูกปลานิลวัยอ่อนจะเกาะรวมตัวกันเป็นกลุ่มโดยว่ายวนเวียนอยู่บริเวณหัวของแม่ปลาและจะว่ายน้ำเข้าไปหลบซ่อนอยู่ในช่องปากแม่ปลาเมื่อมีภัย หรือถูกรบกวนโดยปลานิลด้วยกันเอง หลังจากถุงอาหารยุบลงแล้วลูกปลานิลจะเริ่มกินอาหารจำพวกพืชและไรน้ำขนาดเล็กได้ เมื่ออายุได้ประมาณ 3 สัปดาห์ลูกปลาจะกระจายแตกฝูงและว่ายน้ำไปหากินอาหารตามลำพัง

ปัจจุบันประชากรเพิ่มขึ้นจึงทำให้ความต้องการบริโภคสัตว์น้ำเพิ่มขึ้นตามไปด้วย พิจารณาจากชนิดของสัตว์น้ำจืดนั้นจะพบว่าปลานิลเป็นปลาที่สามารถเพาะขยายพันธุ์ได้ง่ายและตลอดเวลา ทำให้เป็นที่นิยมเลี้ยงอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย อย่างไรก็ตามปัญหาที่พบในระหว่างการเลี้ยงปลานิล คือความแตกต่างระหว่างการเติบโตในเพศผู้และเพศเมีย ซึ่งเพศผู้จะมีการเติบโตดีกว่าเพศเมีย เนื่องจากปลานิลเพศเมียที่มีอายุประมาณ 30 วัน พบว่ารังไข่เริ่มมีการพัฒนาทำให้ต้องมีการแบ่งพลังงานบางส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาใช้ในกระบวนการสร้างไข่จึงส่งผลให้มีการเติบโตที่ช้ากว่าเพศผู้ ในระหว่างการเลี้ยงเกษตรกรจะต้องประสบปัญหาเกี่ยวกับความแตกต่างกันของขนาดปลาที่เลี้ยงและมีปลาหลายรุ่นที่เกิดขึ้นในบ่อเดียวกัน ส่งผลให้ผลผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมาย แนวคิดในการแปลงเพศปลานิลให้กลายเป็นเพศผู้เพื่อจัดการปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการพัฒนาขึ้น อย่างไรก็ตามการแปลงเพศลูกพันธุ์ปลานิลเพื่อให้ได้เพศผู้นั้น เกษตรกรต้องเก็บรวบรวมลูกพันธุ์จากบ่อพ่อแม่พันธุ์และจะต้องให้ลูกปลากินฮอร์โมนสังเคราะห์ พบว่ามีช่วงระยะเวลาสั้น ๆเท่านั้นที่จะสามารถเปลี่ยนเพศลูกปลา คือ ช่วงเวลาที่ลูกปลาเริ่มกินอาหารจนถึงอายุได้ประมาณ 21 วัน ปัญหาต่อเนื่องมา คือ ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องการจัดการเพราะลูกพันธุ์ที่รวบรวมได้มีความหลากหลายทั้งขนาดและอายุ นอกจากนี้ยังได้รับความบอบช้ำจากการเก็บรวบรวมในบ่อด้วย ทำให้มีการพัฒนาระบบฟักไข่ปลานิลเป็นลำดับถัดมา

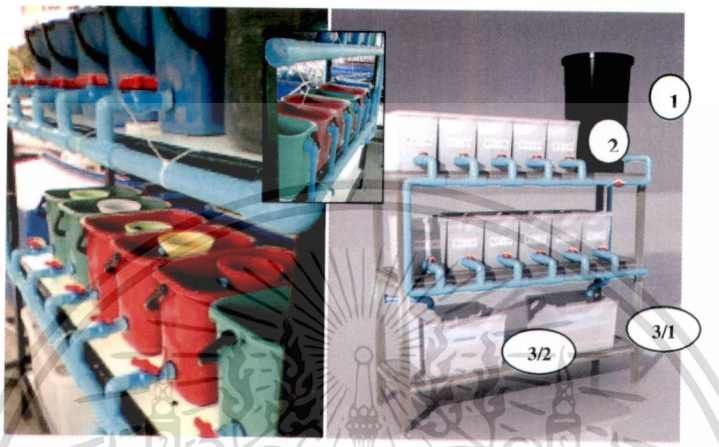


ภาพที่ 2.2 ปัจจัยกำหนดเพศในปลานิล
ที่มา: Barroiller (2009)

จากรูปแบบการกำหนดเพศในปลานิล (SDS; Sex determination system) เป็นทั้ง GSD (Genetic sex determination) และ ESD (Environmental sex determination) จากภาพที่ 2.2 แยกปัจจัยการกำหนดเพศปลานิล ประกอบ 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยหลัก (Major genetic factors) คือ โครโมโซมที่ควบคุมเพศ (Sex chromosome) ปัจจัยรอง (Minor genetic factors) คือ สารพันธุกรรมจากแม่ (Parental factors) และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (Environment factors) คือ อุณหภูมิ (Temperature) (Barroiller, 2009) ดังนั้นจึงสมควรที่จะประยุกต์ระบบฟักไข่ต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้และสามารถควบคุมอุณหภูมิได้เพื่อผลิตปลานิลเพศผู้ โดยระบบดังกล่าวจะมีการกรองน้ำเพื่อนำมาหมุนเวียนเข้าสู่ระบบอีกครั้ง (ภาพที่ 2.3 และ 2.4) สามารถฟักไข่ได้จากแม่พันธุ์ประมาณ 10 ตัว อย่างไรก็ตามเพื่อให้สามารถติดตามลูกพันธุ์ได้ตลอดระยะเวลาการผลิต รวมทั้งตามสอบถึงคุณภาพพ่อแม่พันธุ์นั้นจะต้องมีระบบฟักไข่ที่สามารถตามสอบและบันทึกข้อมูลได้ในทำนองเดียวกับการติดตามพ่อแม่พันธุ์ด้วย คณะวิจัยจึงได้ประดิษฐ์ระบบฟักไข่ปลานิลแบบปิดที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ และมีการติดป้าย RFID ทำ

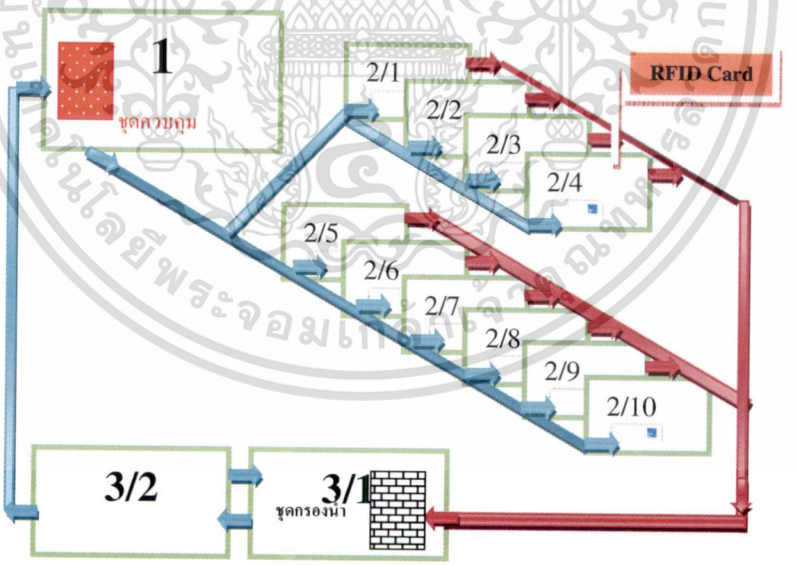
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้สามารถบันทึกและทำการเชื่อมโยงไปยังพ่อแม่พันธุ์ รวมทั้งบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของแต่ละชุดฟักไข่ (RFID Card) แยกตามพ่อแม่พันธุ์ รวมทั้งระบบฟักไข่ดังกล่าวยังมีการบำบัดน้ำเพื่อนำมาใช้อีกครั้ง (ภาพที่ 2.5)



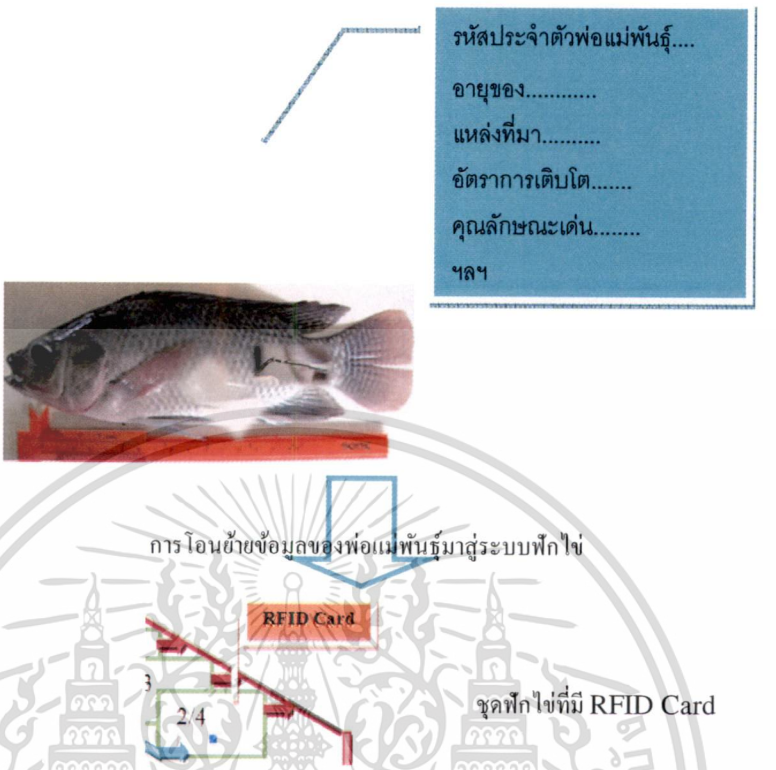
ก ข

ภาพที่ 2.3 ต้นแบบระบบฟักไข่ปลานิล (ก) และ แบบจำลองเพื่อใช้ในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม (ข)



ภาพที่ 2.4 ระบบการหมุนเวียนน้ำในระบบฟักไข่ปลานิลพร้อมรูปแบบการนำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 การถ่ายทอดข้อมูลจากพ่อแม่พันธุ์สู่ระบบฟักไข่ผ่านเทคโนโลยี RFID

มีผลการศึกษาเกี่ยวกับการกระตุ้นลูกปลานิลวัยอ่อนด้วยอุณหภูมิสูงเพื่อให้ได้สัดส่วนเพศผู้เพิ่มขึ้น (Tessema *et al*., 2006; Bezault *et al*., 2007; Rougeot *et al*., 2008) ดังนั้นแนวทางในการประยุกต์และออกแบบระบบฟักไข่ให้เหมาะสม โดยเลียนแบบธรรมชาติการฟักไข่ของแม่ปลาและอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของไข่ปลานิลที่มีขนาดค่อนข้างเม็ดใหญ่ หนัก ไม่ลอยน้ำ และกองทับถมกัน ทำให้การออกแบบระบบฟักไข่ต้องใช้วิธีการหมุนเวียนของกระแสน้ำจากล่างสู่บน (Down-welling) ตลอดเวลา เพื่อให้ไข่มีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ไม่ตกลงไปกองทับถมกันจนไข่เสีย รวมทั้งสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในระหว่างการเพาะฟักหรือการอนุบาลจึงมีความจำเป็น ปัจจุบันพบว่าฟาร์มหรือหน่วยงานบางแห่งจะมีการออกแบบระบบฟักไข่ปลานิลที่ลักษณะแตกต่างกันออกไป ส่วนใหญ่จะมีกรวยช่วยในการฟักไข่และมีท่อกดไปบริเวณล่างสุดเพื่อให้น้ำเกิดการเคลื่อนไหวและหมุนเวียนตลอดเวลา และโคนกรวยฟักไข่จะมีการต่อระบบน้ำสู่ถาดอนุบาล (ภาพที่ 2.6 และ 2.7)

สำหรับกรมประมงนั้น ได้มีการออกแบบระบบฟักไข่ด้วยกรวยฟักไข่ที่ดัดแปลงจากขวดน้ำอัดลม 2 ลิตร และเชื่อมต่อกับถาดรวบรวมลูกปลานิล เพื่อรองรับลูกปลาวัยอ่อนก่อนที่จะนำไปอนุบาลต่อในกระชังเพื่อให้อาหารผสมฮอร์โมนต่อไป กรวยฟักไข่เมื่อเจาะรูใส่ท่อน้ำล้นแล้วปริมาตรน้ำในกรวยฟักไข่จะมีประมาณ 1.5 ลิตร สามารถฟักไข่ประมาณ 5,000 – 8,000 ฟอง อัตราการอนุบาลลูกปลานิลในถาดอนุบาลประมาณ 2,000 – 5,000 ตัว พบว่ามีอัตรารอดจะสูงประมาณ 95% ระบบระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟักไข่นี้มีรูปแบบเป็นระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด โดยมีวัสดุกรองน้ำที่ใช้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ หินกรวด (หินใหญ่) หินเกร็ด (หินเล็ก) และถ่าน (หรืออาจใช้ไบโอบอล) โดยน้ำที่ใช้แล้วจะผ่านถ่าน หินเกร็ด หินกรวด และขึ้นถังเก็บน้ำนำกลับมาใช้ใหม่ และระบบน้ำก็จะหมุนเวียนอย่างนี้ไปเรื่อยๆ โดยทุก 7 วัน ต้องใส่ฟอร์มาลีน 25 ppm ในช่องกรองน้ำที่ยังไม่ผ่านการกรองเพื่อเป็นการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ ลดการเกิดเชื้อราในไข่ปลานิล (www.fisheries.go.th/.../การ แปลงเพศปลานิลโดยการใช้ฮอร์โมน.doc)

ฟาร์มเอกชนและหน่วยงานอื่น ๆ เช่น ฟาร์มภูมิไทย มีรูปแบบของระบบฟักไข่ปลานิลคล้ายคลึงกัน แต่มีรูปแบบของการบำบัดน้ำที่แตกต่างกัน โดยน้ำที่ใช้แล้ว จากโรงเพาะฟักจะถูกนำไปบำบัดด้วยระบบการกรองชีวภาพผ่านบ่อพักน้ำที่มีปลากินเนื้อ และปลากินพืชต่าง ๆ คอยกำจัดของเสีย ก่อนนำเข้าไปบ่อพักขนาดใหญ่ แล้ววนกลับเข้าสู่บ่อตกตะกอนด้วย จุลินทรีย์ และผ่านมาสู่ระบบการกรองต่าง ๆ เพื่อใช้ในการฟักไข่อีกครั้ง ทำให้น้ำที่ใช้ในการฟักไข่ จึงปราศจากสารเคมีและยาฆ่าเชื้อต่างๆ

ภาพที่ 2.6 ระบบฟักไข่ปลานิลด้วยขวดพลาสติกและระบบถาดในการอนุบาลต่อเนื่อง
ที่มา: http://www.siamtilapia.com/th/farm/system_culture_station.php

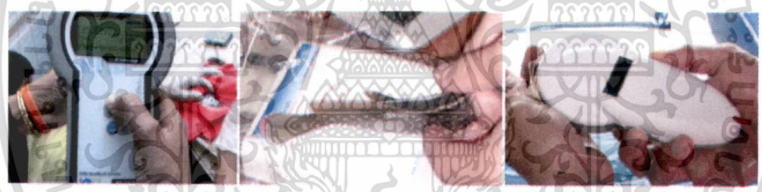
ก ข

ภาพที่ 2.7 ระบบฟักไข่ปลานิลที่มีการใช้วัสดุหลากหลายรูปแบบ
ที่มา: (ก) http://www.sdrf-th.org/thai/udon_isan.html
ที่มา: (ข) http://stdvet.kku.ac.th/boonhome/index01.html

อาร์เอฟไอดี (RFID) เป็นระบบระบุเอกลักษณ์หรือลักษณะของวัตถุด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ระบบอาร์เอฟไอดีมีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ อาร์เอฟไอดีแท็ก (RFID tag) หรือ ทรานสปอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดอร์ (Transponder) คือ อุปกรณ์ระบุรหัสตัวสัตว์ที่ประกอบด้วย รหัสประเทศ ชนิดสัตว์ จังหวัด ปี และรหัสตัวประจำตัวหรือกลุ่ม ส่วนที่ 2 คือ เครื่องสำหรับอ่านเขียนข้อมูลในอาร์เอฟไอดีแท็ก (Reader/Interrogator) และยังเป็นส่วนสำคัญของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ดังนั้นการนำอาร์เอฟไอดีแท็ก ซึ่งเป็นแท็กเพื่อติดตามรายตัวในสัตว์น้ำนั้น เพื่อจะบ่งบอกถึงต้นตอหรือสายพันธุ์สัตว์น้ำชนิดนั้น ๆ ผลิตเมื่อไหร่ และเกิดจากการผสมพันธุ์ของพ่อและแม่ตัวไหน หรือแม้กระทั่งข้อมูลการเติบโตแบบรายตัว (รุ่งตะวัน และดุสิต, 2552) เพื่อการปรับปรุงพันธุ์จึงมีความจำเป็น และได้ช่วยให้เกิดความสะดวกในการบริหารจัดการการเลี้ยงหรือแม้กระทั่งจัดการพ่อแม่พันธุ์เป็นอย่างยิ่ง ซึ่ง Panakulchaiwit (2007) ได้ทำการศึกษาในปลาสลิดขนาดใหญ่และปลานิลขนาดเล็กที่ติดตามรายตัวด้วยการฝังอาร์เอฟไอดีแท็กด้วยโปรแกรมที่อำนวยความสะดวกในการอ่านรหัสอัตโนมัติอย่างเดียว ต่อไปได้มีพัฒนาโปรแกรมฟิชเทคฟาร์ม เวอร์ชั่น 2.0 โดยมีส่วนประกอบของระบบ (ตามภาพที่ 2.8) ได้แก่ (1) เครื่องคอมพิวเตอร์ (2) RFID Tags แบบ Passive ความถี่ย่าน 134.2 KHz ขนาดประมาณ 10-13 mm X 2mm (3) Handheld Reader Model: SIC-Pi10-07หรือ HL-163u / HL-164u และ (4) เครื่องชั่ง AND รุ่น EK-6100i หรือ ACU รุ่น ECM-SERIES เพื่อใช้ในฟาร์มสัตว์น้ำ โดยโปรแกรมจะเพิ่มความสะดวกในการบันทึกรหัสสัตว์ (อาร์เอฟไอดีแท็ก) และน้ำหนักอัตโนมัติ ดังนั้นทำให้นักวิจัยทราบข้อมูลต่าง ๆ ของพ่อแม่พันธุ์ที่จะนำมาเพาะพันธุ์ต่อไป

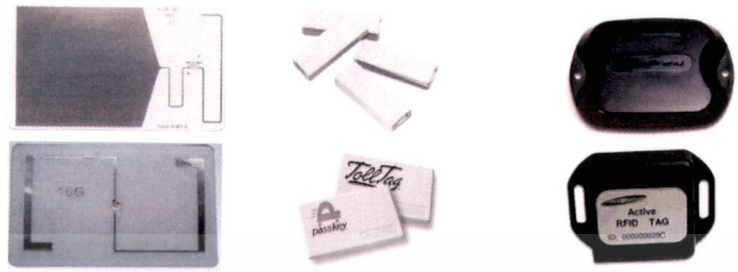


ก ข ค

ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างชนิดของเครื่องอ่านที่ผลิตในเมืองไทย เครื่องอ่าน IET โมเดล HL-163u / HL-164u (ก), เครื่องอ่าน โมเดล SKD7001 V1.0 (ข), และเครื่องอ่านโมเดล SIC-Pi10-07 (ค)

RFID Card หรือ ป้าย RFID มี 3 แบบ ตามภาพที่ 2.9 ได้แก่ ป้ายแบบพาสซีฟ (Passive Tag) ป้ายชนิดนี้ทำงานได้โดยไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ในการทำงาน มีระยะการใช้งานที่ไม่สูง ป้ายแบบกึ่งแอ็กทีฟ (Semi-Active Tag) ซึ่งจะมีแบตเตอรี่ในตัวใช้ในการเลี้ยงวงจรไฟฟ้าและชิปวงจรรวม แต่ไม่ได้ใช้ในการส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องอ่าน และมีระยะใช้งานที่มากกว่าป้ายแบบพาสซีฟ แต่น้อยกว่าป้ายแบบแอ็กทีฟ และป้ายชนิดแอ็กทีฟ (Active Tag) จะมีแหล่งจ่ายไฟขนาดเล็กเพื่อป้อนพลังงานให้ป้ายสามารถทำงานได้ในระยะการทำงานที่ไกลกว่าสองแบบแรก เพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณป้าย RFID ที่จะนำมาติดในระบบฟักไข่ปลานิลนั้นเป็นแบบพาสซีฟและที่ย่านความถี่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก ข ค

ภาพที่ 2.9 ป้ายชนิดพาสซีฟรูปแบบต่าง ๆ (ก) ป้ายชนิดกึ่งแอ็กทีฟ และป้ายชนิดแอ็กทีฟ (ค)
ที่มา (ก) และ(ข) Dobkin (2008)
(ค) http:// www.cisco.com/ en/ US/ docs/ solutions/ Enterprise/ Mobility/ wifich6.html

ดังนั้นในการออกแบบและทดสอบชุดฟักไข่ในครั้งนี้ จึงได้นำ เทคโนโลยีต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ควบคู่การติดตั้งชุดควบคุมอุณหภูมิ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการกระตุ้นการผลิตปลานิลเพศผู้ รวมทั้งพัฒนาโปรแกรมเพื่อนำระบบ RFID มาใช้ตามสอบพ่อแม่พันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) โดยไข่ปลานิลจะได้รับการกระตุ้นด้วยอุณภูมิแตกต่างกันนาน 10 วัน อุณหภูมิที่ใช้ในการกระตุ้น ได้แก่

ชุดที่ 1 กลุ่มควบคุมที่อุณหภูมิ 26±1 องศาเซลเซียส

ชุดที่ 2 กลุ่มที่ได้รับอุณหภูมสูงที่อุณหภูมิ 32±1 องศาเซลเซียส และ

ชุดที่ 3 กลุ่มที่ได้รับอุณหภูมสูงมากที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส

3.2 วิธีทดลอง

(1) นำพ่อแม่พันธุ์ปลานิลที่ฝัง RFID ที่มีขนาดตั้งแต่ 200 กรัมเป็นต้นไป มาเลี้ยงในระบบ VICS จำนวน 4 ชุด ให้อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย 2 ต่อ 3 ตัว แต่ละชุดเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ทั้งหมดประมาณ 15 ตัว ให้อาหารเช้าเย็นวันละประมาณร้อยละ 2 ของน้ำหนักตัว

(2) สุ่มตรวจปากแม่พันธุ์ปลานิล ถ้าหากพบว่ามีไข่ในปาก บันทึกรหัสแม่พันธุ์ แล้วนำไข่มาฟักในระบบฟักไข่ที่ออกแบบโดยทำการทดสอบในแต่ละช่วงอุณหภูมิในระบบเพาะฟักที่ออกแบบไว้

(3) ทำความสะอาดไข่ โดยจะล้างไข่ไม่ให้มีสิ่งเจือปน แล้วคัดเลือกเฉพาะไข่ดีที่จมน้ำมาเพาะฟักต่อไป โดยใช้จำนวนประมาณ 100 ฟองต่อชุดเพาะฟัก แล้วค่อยๆ ปรับอุณหภูมิจนกระทั่งได้ 32 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่กระตุ้นนาน 10 วัน ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ทำการทดลองในลักษณะเดียวกัน ส่วนกลุ่มควบคุมเป็นอุณหภูมิในสภาพปกติ

(4) หลังจากลูกปลาไข่แดงยุบหมดแล้วจะให้ลำผสมกับปลาป่นเป็นอาหาร

(5) นำลูกปลาแต่ละกลุ่มมาเลี้ยงในกระชังขนาด 2X2 เมตร^2 ในบ่อซีเมนต์ขนาด 9x9 เมตร^{2}ให้อาหารแบบเต็มอิ่มวันละ 2 ครั้ง เลี้ยงจนได้ขนาดประมาณ 3-5 เซนติเมตร (อายุประมาณ เดือนครึ่ง) จึงนำมาตรวจสอบลักษณะเพศในแต่ละชุดการทดลองต่อไป

(6) การตรวจสอบลักษณะความแตกต่างระหว่างเพส

- ใช้ยาสลบ Benzocanine ทำให้ลูกปลาสลบ
- ผ่าบริเวณช่องท้อง ตัดอวัยะสืบพันธุ์ (ภาพที่ 3.1) วางบนแผ่นสไลด์
- หยดสีย้อมอะซีโตนคามีน 2 หยด ปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์ แล้วกดเบาๆ
- นำไปตรวจใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10X โดยเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จะมีลักษณะเป็นจุดสีดำๆ แต่เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียจะมีลักษณะเป็นเซลล์กลมขนาดใหญ่มองเห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 3.2)

บันทึกข้อมูล

(1) บันทึกจำนวนไข่เริ่มต้นในแต่ละชุดฟักไข่

(2) บันทึกจำนวนลูกปลาที่ฟักเป็นตัวในแต่ละชุดฟักไข่ หลังจากอนุบาลแล้ว 10 วัน

(3) ตรวจสอบความผิดปกติของลูกปลาภายใต้กล้องสเตอริโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) บันทึกจำนวนตัวที่ตรวจพบเพศผู้และเพศเมียในแต่ละชุดการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการฟักตัวของไข่ อัตราการรอดตาย และอัตราการพิการ รวมทั้งสัดส่วนเพศ ด้วยโปรแกรม SYSTAT Version.5.02 (Systat, Inc., 1990)

ภาพที่ 3.1 ตำแหน่งเซลล์สืบพันธุ์ในปลานิล

ก ข

ภาพที่ 3.2 ลักษณะเซลล์สืบพันธุ์ปลานิลเพศผู้ (ก) และเซลล์สืบพันธุ์ปลานิลเพศเมีย (ข)

3.3 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม FishTechFarm (Module Trace Back to Brood Stock)

ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม FishTechFarm (Module Trace Back to Brood Stock) เพื่อใช้ใน FishTechFarm โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตามสอบถึงพ่อแม่พันธุ์ เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป รวมทั้งสามารถติดตามกิจกรรมของนักศึกษาที่ได้จัดทำปัญหาพิเศษต่าง ๆ ในฟาร์ม เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองพบว่าไข่ปลานิลที่กระตุ้นด้วยอุณหภูมิสูงจะส่งผลให้อัตราการฟักไข่ลดต่ำลงและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิสูง สำหรับไข่ปลากลุ่มควบคุมและสภาพอุณหภูมิของน้ำประมาณ 26±1 องศาเซลเซียส พบว่าไข่มีอัตราการฟักตัวประมาณร้อยละ 90 ในขณะที่การกระตุ้นการฟักไข่ด้วยอุณหภูมิเท่ากับ 32±1 และ 35±1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พบว่าไข่มีอัตราการฟักตัวประมาณร้อยละ 77 และ 65 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1) สำหรับอัตราการรอดตายในปลานิลวัยอ่อนนั้นซึ่งได้ทำการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง พบว่าผลเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้งสองชุดการทดลอง คือ ยิ่งอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นยิ่งส่งผลให้อัตราการรอดตายลดน้อยลง มีลักษณะเช่นเดียวกับอัตราการฟักเป็นตัวอ่อน พบว่าไข่ที่ได้รับการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส ลูกปลานิลวัยอ่อนมีอัตราการรอดตายน้อยกว่าร้อยละ 50 (ตารางที่ 4.2) ในขณะที่อุณหภูมิในกลุ่มควบคุมและที่อุณหภูมิ 32±1 องศาเซลเซียส มีอัตรารอดตายประมาณร้อยละ 83 และ 66 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 อัตราการฟักไข่ปลานิลที่ฟักด้วยอุณหภูมิต่างกัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ร้อยละของจำนวนไข่ที่ฟักเป็นตัวอ่อน
26±1	89.0±1.15[a]
32±1	76.7±3.38[b]
35±1	64.7±3.17[c]

ตารางที่ 4.2 อัตราการรอดตายของลูกปลานิลที่ฟักด้วยอุณหภูมิต่างกันหลังจากเลี้ยงนาน 10 วัน

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	อัตรารอดตาย (ครั้งที่ 1)	อัตรารอดตาย (ครั้งที่ 2)
26±1	86.0±1.52[a]	81.0±5.45[a]
32±1	68.0±4.93[b]	64.3±2.90[b]
35±1	47.3±2.18[c]	42.7±2.40[c]

เมื่อพิจารณาระยะเวลาในการพัฒนาของตัวอ่อนในแต่ละชุดการทดลอง พบว่าแต่ละชุดการทดลองมีการพัฒนาของตัวอ่อนดังต่อไปนี้

ชุดควบคุม 26+1 องศาเซลเซียส: ตัวอ่อนมีการพัฒนาดังนี้

วันที่ 1 ไข่ยังคงมีสีเหลืองอ่อนและยังไม่มีการพัฒนาของตัวอ่อน เรียกว่า “un-eyed”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 2 ไข่เริ่มมีการพัฒนาเป็นลูกปลา พบจุดสีดำของลูกตาทั้ง 2 จุด เรียกว่า “eyed”

วันที่ 3 ไข่มีสีน้ำตาลและเริ่มพัฒนาจนสังเกตเห็นส่วนตาและหางได้อย่างชัดเจน พบว่าเริ่มมีการว่ายน้ำได้แล้ว เรียกว่า “per-hatched”

วันที่ 4-5 พบว่าลูกปลาเป็นตัวแต่ยังคงมีถุงไข่แดงติดตัว ว่ายน้ำไปมาได้สะดวก เรียกว่าระยะ “hatched fry หรือ York fry”

วันที่ 6-7 พบว่าถุงไข่แดงที่ปรากฏบนตัวลูกปลาเริ่มหมด ลูกปลาว่ายน้ำรวดเร็วขึ้น เรียกว่าระยะ “swim-up fry”

ชุดที่ได้รับการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 32+1 องศาเซลเซียส: ตัวอ่อนมีการพัฒนาดังนี้

วันที่ 1 ไข่ยังคงมีสีเหลืองอ่อนและยังไม่มีการพัฒนาของตัวอ่อน เรียกว่า “un-eyed”

วันที่ 2-3 ไข่เริ่มมีการพัฒนาเป็นลูกปลา พบจุดสีดำของลูกตาทั้ง 2 จุด เรียกว่า “eyed”

วันที่ 4 ไข่มีสีน้ำตาลและเริ่มพัฒนาจนสังเกตเห็นส่วนตาและหางได้อย่างชัดเจน พบว่าเริ่มมีการว่ายน้ำได้แล้ว เรียกว่า “per-hatched”

วันที่ 5 พบว่าลูกปลาเป็นตัวแต่ยังคงมีถุงไข่แดงติดตัว ว่ายน้ำไปมาได้สะดวก เรียกว่าระยะ “hatched fry หรือ York fry”

วันที่ 6-7 พบว่าถุงไข่แดงที่ปรากฏบนตัวลูกปลาเริ่มหมด ลูกปลาว่ายน้ำรวดเร็วขึ้น เรียกว่าระยะ “swim-up fry”

ชุดที่ได้รับการกระตุ้นที่อุณหภูมิสูง 35+1 องศาเซลเซียส: ตัวอ่อนมีการพัฒนาดังนี้

วันที่ 1 ไข่ยังคงมีสีเหลืองอ่อนและยังไม่มีการพัฒนาของตัวอ่อน เรียกว่า “un-eyed”

วันที่ 2-3 ไข่เริ่มมีการพัฒนาเป็นลูกปลา พบจุดสีดำของลูกตาทั้ง 2 จุด เรียกว่า “eyed”

วันที่ 4 ไข่มีสีน้ำตาลและเริ่มพัฒนาจนสังเกตเห็นส่วนตาและหางได้อย่างชัดเจน พบว่าเริ่มมีการว่ายน้ำได้แล้ว เรียกว่า “per-hatched”

วันที่ 5 พบว่าลูกปลาเป็นตัวแต่ยังคงมีถุงไข่แดงติดตัว ว่ายน้ำไปมาได้สะดวก เรียกว่าระยะ “hatched fry หรือ york fry”

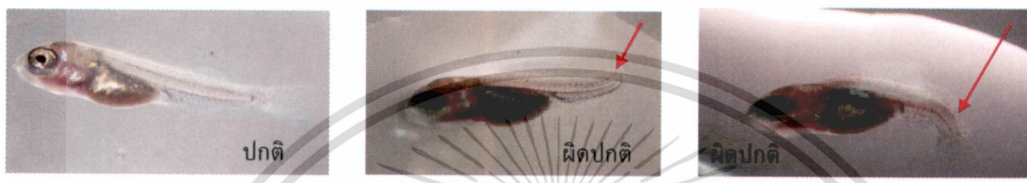
วันที่ 6 พบว่าถุงไข่แดงที่ปรากฏบนตัวลูกปลาเริ่มหมด ลูกปลาว่ายน้ำรวดเร็วขึ้น เรียกว่าระยะ “swim-up fry”

โดยไข่ที่ได้รับการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิสูงพบว่าไข่มีการเจริญเติบโตและพัฒนาเข้าสู่ระยะ swim-up fry ได้เร็วขึ้น ในขณะเดียวกันพบว่าอัตราการพิการในลูกปลานิลที่ได้รับการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิสูงมีแนวโน้มสูงเช่นเดียวกัน โดยไข่ที่ได้รับการกระตุ้นที่อุณหภูมิเท่ากับ 32±1 และ 35±1 องศาเซลเซียส มีอัตราการพิการของลูกปลาที่ตรวจพบประมาณร้อยละ 4 และ 12 ตามลำดับ (ตามรางที่ 4.3 และภาพที่ 4.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

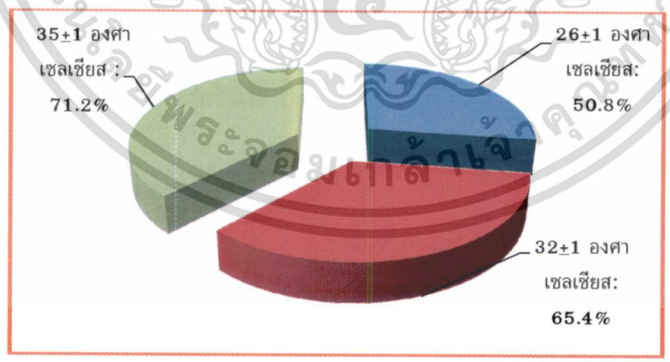
ตารางที่ 4.3 อัตราการพิการที่ตรวจพบในลูกปลานิล

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ร้อยละความพิการในลูกปลานิลที่ตรวจพบ
26±1	0.3 ± 0.33^{a}
32+1	4.0 ± 2.51^{a}
35±1	11.7 ± 1.45^{c}



ภาพที่ 4.1 ลักษณะลูกปลาปกติ และลูกปลาที่มีลักษณะปรากฏผิดปกติ คือ ลักษณะกระดูกคด(ปลายลูกศร)

สัดส่วนเพศผู้ในลูกปลานิลของแต่ละชุดการทดลอง พบว่าสัดส่วนเพศได้รับอิทธิพลจากอุหณภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นโดยตรง โดยอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้พบสัดส่วนเพศผู้ในปลานิลเพิ่มสูงขึ้นตามภาพที่ 4.2 สำหรับกลุ่มควบคุมมีสัดส่วนเพศผู้ใกล้เคียงร้อยละ 50 สัดส่วนเพศผู้ที่พบในแต่ละกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิที่ต่างกันกัน คือ 26±1, 32±1 และ 35±1 องศาเซลเซียส เท่ากับร้อยละ 50.8, 65.4 และ 71.2 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.2 สัดส่วนเพศผู้ที่ตรวจพบในปลานิลที่กระตุ้นด้วยอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

การทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับ Tessema *et al.* (2006) ที่ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อสัดส่วนเพศโดยใช้ลูกปลานิลอายุ 10 วันหลังจากปฏิสนธิ แล้วนำมาเลี้ยงที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส นาน 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัน เลี้ยงที่อุณหภูมิ 36-38 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน พบว่าสัดส่วนเพศผู้ที่สูงขึ้นเป็นผลจากอิทธิพลของอุณหภูมิที่สูงในช่วงการอนุบาล ในขณะที่ Bezault *et al.* (2007) ได้ศึกษาในปลานิล 3 ประชากร ได้แก่ ประชากรของ lake Koka เป็นตัวแทนของปลานิลที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิตั้งแต่ 17-26 องศาเซลเซียส ประชากรของ Lake Metahara เป็นตัวแทนของปลานิลที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิค่อนข้างสูงตั้งแต่ 30.4-40 องศาเซลเซียส และประชากร Kpandu เป็นตัวแทนของปลานิลที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิตั้งแต่ 27-32 องศาเซลเซียส ใช้ลูกปลาจากทั้ง 3 ประชากรที่มีอายุประมาณ 9-10 วัน แล้วนำมากระตุ้นที่อุณหภูมิประมาณ 36 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30 วัน เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่อนุบาลลูกปลาที่อุณหภูมิประมาณ 26-27 องศาเซลเซียส พบว่าประชากรปลานิลจาก Kpandu, Metahara และ Koka มีสัดส่วนเพศผู้ร้อยละ 78.8, 80.6 และ 77.0 ตามลำดับ ในขณะที่ในการกระตุ้นในสภาพควบคุม คืออุณหภูมิน้ำประมาณ 26-27 องศาเซลเซียส พบว่าปลานิลจากทั้ง 3 ประชากรมีสัดส่วนเพศผู้ร้อยละ 50.2, 52.9 และ 55.8 ตามลำดับ ผลจากสัดส่วนเพศผู้ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แสดงว่าอุณหภูมิจึงมีส่วนช่วยในการกำหนดลักษณะทางเพศในปลานิลได้

ในขณะที่ Rougeot *et al.* (2008) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อกลไกการกำหนดเพศเช่นเดียวกัน โดยปลานิลระยะตัวอ่อนที่เกิดจากพ่อพันธุ์ XX ผสมกับแม่พันธุ์ XX หลังจากนั้นนำไข่มากระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 34,35 และ 36 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเป็นตัวอ่อนใช้เวลาประมาณ 49-53 ชั่วโมง ส่วนกลุ่มควบคุมจะเพาะฟักที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่าปลานิลกลุ่มควบคุมทั้งหมดเป็นเพศเมีย 100% ในขณะที่อุณหภูมิ 34,35 และ 36 องศาเซลเซียส มีสัดส่วนเพศผู้เพิ่มเป็น 9.7, 18.2, 17.5% ตามลำดับ ในขณะที่อัตราเพาะฟักและอัตรารอดตายของตัวอ่อนจะมีความสัมพันธ์ไปในทิศเดียวกันแต่จะตรงข้ามกับอุณหภูมิ คือ ยิ่งอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอัตราการเพาะฟักและอัตราการอดตายยิ่งต่ำลง ซึ่งเป็นในทำนองเดียวกับผลการทดลองที่ได้ จากการทดลองดังกล่าวถึงแม้รุ่นลูกจะมีพันธุกรรมของลักษณะการกำหนดเพศเป็นเพศเมียทั้งหมดแต่เมื่อได้รับการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิสูงยังสามารถเกิดลักษณะปรากฏที่เป็นเพศผู้ได้ อุณหภูมิจึงเป็นปัจจัยหนึ่งในการกำหนดเพศในปลานิล

สำหรับ Wang and Tsai (2000) ทดลองเกี่ยวกับปัจจัยอุณหภูมิที่มีผลต่อลักษณะปรากฏทางเพศ โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุด การทดลอง ชุดการทดลองแรก ดูผลของอุณหภูมิต่อความผิดปกติในลูกปลา ใช้ไข่จนกระทั่งฟักเป็นตัว: 0 , 5 และ 10 วัน ตามลำดับ หลังจากนั้นนำมาอนุบาลต่อที่อุณหภูมิ 20 (ต่ำ), 24 (ควบคุม), 28 และ 32 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หลังจากที่อนุบาลในอุณหภูมิดังกล่าวนานประมาณ 5 วัน ผลการทดสอบพบว่าลูกปลาอายุตั้งแต่ 0-5 วัน จะพบความผิดปกติของก้านครีบสูงที่อุณหภูมิ 28 และ 32 องศาเซลเซียส ในขณะที่ลูกปลาเมื่อมีอายุเพิ่มขึ้นพบว่าอุณหภูมิไม่ส่งผลต่อความผิดปกติดังกล่าว ส่วนชุดการทดลองที่ 2 ผลของอุณภูมิต่อลักษณะความแตกต่างทางเพศ ใช้ลูกปลา 0 , 5 และ 10 วัน หลังจากฟักตัวแล้วนำมาอนุบาลที่อุณหภูมิ 20 (ต่ำ), 24 (ควบคุม), 28 และ 32 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พบว่าลูกปลาที่อายุต่างกัน คือ 0, 5 และ 10 วัน นำมาอนุบาลที่อุณหภูมิต่ำล้วนพบสัดส่วนเพศเมียสูงกว่าร้อยละ 50 ลูกปลาที่อายุ 10 วัน พบสัดส่วนของเพศเมียน้อยกว่าร้อยละ 25 หลังจากนำมาเลี้ยงที่อุณหภูมิ 28 และ 32 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน เป็นที่สังเกตว่าลูกปลาที่อายุ 5 วัน ถึงแม้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

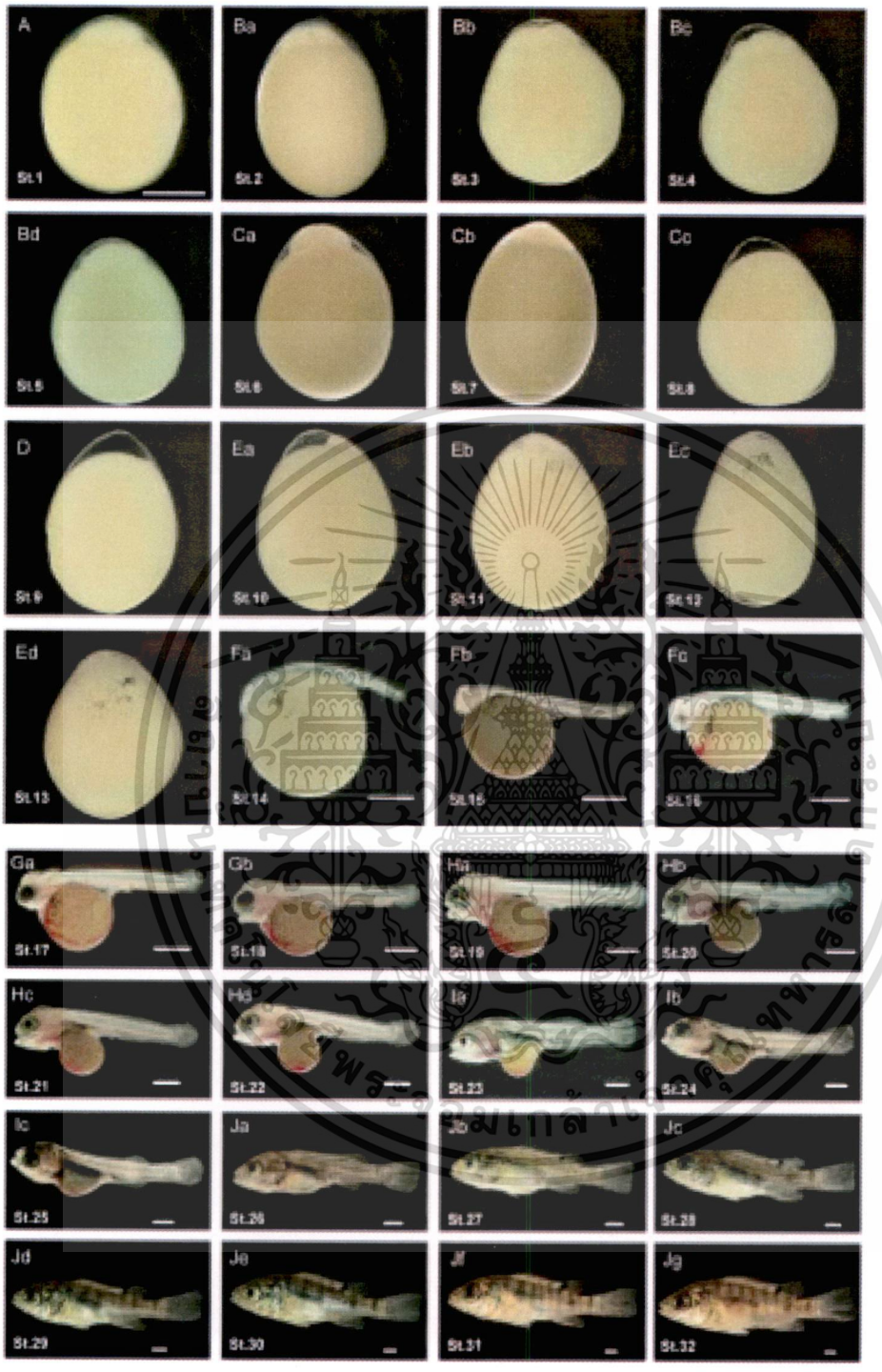
อุณหภูมิสูงแต่ไม่ส่งแต่ยังคงมีสัดส่วนเพศเมียสูงกว่าร้อยละ 50 ในช่วงระหว่างอายุเริ่มฟักตัวจนกระทั่งถึง 5 วัน ซึ่งเป็นช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาในตัวอ่อนจะเป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิสูงที่ส่งผลกระทบทำให้ตัวอ่อนผิดปกติ กรณีที่ลูกปลานิลอายุ 10 วัน พบว่าเมื่ออุณหภูมิในระบบการอนุบาลที่สูงจะส่งผลทำให้เกิดลักษณะของเพศผู้เพิ่มสูงขึ้น ซึ่ง Despriz and Mélard (1998) พบว่าลูกพันธุ์ปลานิลสายพันธุ์จาก Dor station (Israel) ที่นำเข้ามาเพาะพันธุ์ที่สถานีเพาะพันธุ์ Tihange ของมหาวิทยาลัย Liége, Belgium อายุ 9 วัน แล้วนำมาเลี้ยงที่อุณหภูมิต่างๆ กัน ได้แก่ 21องศาเซลเซียส นาน 40 วัน และ 34 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน สำหรับกลุ่มควบคุมเลี้ยงที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบพบว่าลูกปลานิลที่เลี้ยงที่อุณหภูมิสูงมีสัดส่วนเพศผู้ร้อยละ 97.8 สูงกว่าที่เลี้ยงในอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส มีสัดส่วนเพศผู้ร้อยละ 63 ในขณะที่อุณหภูมิต่ำพบว่ามีการพัฒนาของลักษณะทางเพศค่อนข้างช้า ในขณะเดียวกันที่อุณหภูมิต่ำพบว่ามีอัตราการรอดตายของลูกปลาต่ำกว่าร้อยละ 50 นอกจากนี้พบว่าลูกปลาน้ำหนักประมาณ 1.15 กรัม มีประมาณร้อยละ 20 ที่สามารถแยกเป็นเพศเมียได้ แต่ขนาดประมาณ 20 กรัม พบว่ามีเพศเมียถึงร้อยละ 54 ซึ่ง Angienda *et al.* (2010) ได้ทดลองโดยลูกพันธุ์อายุ 10 วัน เช่นเดียวกัน โดยใช้ลูกปลานิลที่ผลิตจากพ่อแม่พันธุ์ปลานิล Victoria lake นำมาเลี้ยงในอุณหภูมิ 26, 34, 36 และ 37 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน หลังจากเลี้ยงนาน 60 วัน แล้วตรวจสอบเพศพบว่าช่วงวัยอ่อนปลานิลที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 36±0.5 องศาเซลเซียส พบสัดส่วนเพศผู้ร้อยละ 86.3 อย่างไรก็ตามพบว่ายิ่งอุณหภูมิสูงยิ่งทำให้อัตราการรอดตายต่ำด้วย โดยมีอัตราการรอดตายประมาณร้อยละ 65.3 ในขณะที่อุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส พบว่าการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนเพศผู้น้อยกว่าที่อุณหภูมิ 36±0.5 องศาเซลเซียส ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเปลี่ยนแปลงของลักษณะเพศผู้จึงน่าจะมีช่วงแคบๆ ประมาณ 35.5-36.5 องศาเซลเซียส

อาจกล่าวได้ว่าในการใช้อุณหภูมิเพื่อกระตุ้นการเกิดเพศผู้ในปลานิลนั้นควรจะมีการกระตุ้นหลังจากไข่ได้รับการปฏิสนธิแล้วที่มีอายุประมาณ 5 วัน เป็นต้นไป แต่ไม่ควรเกิน 10 วัน เนื่องจากมีการเจริญเติบโตและการพัฒนาของตัวอ่อนที่สมบูรณ์แล้ว จะได้ไม่พบลักษณะความผิดปกติในลูกปลาวัยอ่อน (ภาพที่ 4.3, 4.4 และตารางที่ 4.4) นอกจากนี้จากคุณลักษณะพิเศษของปลานิลที่สามารถเติบโตได้อย่างรวดเร็วและเป็นปลาน้ำจืดที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ซึ่ง Alvarenga and França (2009) รายงานว่าปลานิลเป็นปลาที่ไม่มีฤดูการผสมพันธุ์วางไข่ที่แน่นอนและเป็นปลาที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นแนวทางผลิตปลานิลเพศผู้ด้วยการใช้อุณหภูมิเป็นปัจจัยกระตุ้นและการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้สัดส่วนเพศผู้โดยใช้อุณหภูมิจึงน่าจะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการผลิตปลานิลเพศผู้แทนการใช้สาร steroid ในปัจจุบัน

สำหรับการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม FishTechFarm (Module Trace Back to Brood Stock) คู่มือการใช้งานตามภาคผนวกนั้น คณะผู้วิจัยจะได้ทำการทดลองใช้ ประเมิน และแก้ไขให้สมบูรณ์ขึ้นควบคู่กับการทำการทดสอบระบบต้นแบบการเพาะฟักปลานิลอีกครั้ง เพื่อให้เกิดทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดต่อไป

120423

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 การพัฒนาและการเจริญเติบโตในไข่ปลานิล (*O. niloticus*) ที่ผ่านการปฏิสนธิ
ที่มา: Fujimura and Okada (2007)

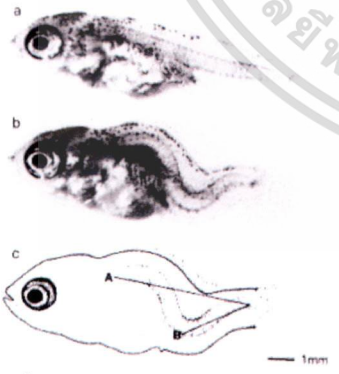
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ระยะเวลาการพัฒนาและการเจริญเติบโตในไข่ปลานิล (*O. niloticus*) ที่ผ่านการปฏิสนธิ

Period		Stage	dpf	hpf	Characteristics
Embryo	Zygote	1	1	0–1.5	1-cell
	Cleavage	2	1	1.5–2	2-cell
		3	1	2	4-cell
		4	1	3	8-cell
		5	1	4	16-cell
	Blastula	6	1	4–12	Early blastula
		7	1	12–17	Middle blastula
		8	1	17–22	Late blastula
	Gastrula	9	2	22–26	Gastrula, epiboly = 30–50%
	Segmentation	10	2	26–30	Neurula, epiboly = 50–90%
		11	2–3	30–40	Yolk plug closure and somitogenesis
		12	3	40–44	Optic cups and tail undercut
		13	3	44–48	Brain differentiation
	Pharyngula	14	3–4	48–60	Heart beat
		15	4	60–72	Onset of blood circulation
		16	4–5	72–90	Head enlargement
	Hatching	17	5–6	90–110	Jaw extension
		18	6	110–120	Gill formation
Larva	Early larva	19	6–7	120–132	Opercular movement
		20	7	132–144	CFRE 2; LL = 6.5 ± 0.2 mm
		21	7–8		CFRE 3; LL = 6.9 ± 0.2 mm
		22	8–9		CFRE 4; LL = 7.2 ± 0.3 mm
	Late larva	23	9–10		CFRE 5; TL = 8.1 ± 0.2 mm
		24	9–10		CFRE 6; TL = 8.6 ± 0.2 mm
		25	11–13		CFRE 7; TL = 9.0 ± 0.4 mm
Juvenile	Early juvenile	26	12–13		CFRE 8; TL = 9.9 ± 0.4 mm
		27	14–15		CFRE 9; TL = 10.4 ± 0.4 mm
		28	16–20		CFRE 10; TL = 11.9 ± 0.4 mm
		29	19–22		CFRE 11; TL = 12.9 ± 0.5 mm
		30	21–24		CFRE 12; TL = 14.4 ± 0.5 mm
		31	23–25		CFRE 13; TL = 15.6 ± 0.6 mm
		32	25–30		CFRE 14; TL = 17.3 ± 0.8 mm

dpf, day(s) postfertilization; hpf, hour(s) postfertilization; LL, larval length; TL, total length; CFRE, caudal fin ray elements.

ที่มา: Fujimura and Okada (2007)



ภาพที่ 4.4 ลักษณะปลาหมอเทศ (*O. mossambicus*) ปกติ (a) และลักษณะความผิดปกติที่เป็นผลมาจากการได้รับการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ (b,c)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การทดลองระบบฟักไข่ปลานิลร่วมกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID เพื่อสอบย้อนพ่อแม่พันธุ์ ซึ่งในรายงานวิจัยครั้งนี้เป็นการทดสอบเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบร่วมทั้งมีการประยุกต์ใช้อุณหภูมิเพื่อผลิตลูกปลานิลเพศผู้ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. อุณหภูมิส่งผลกระทบเชิงลบต่ออัตราการฟักตัวของไข่ปลานิล ยิ่งอุณหภูมิเพิ่มขึ้นพบว่าไข่ยิ่งมีอัตราการฟักตัวต่ำลง โดยไข่ที่ได้รับการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 26±1 (กลุ่มควบคุม) 32±1 และ 35±1 องศาเซลเซียส ไข่มีอัตราการฟักตัวประมาณร้อยละ 89, 77 และ 65 ตามลำดับ

2. อุณหภูมิส่งผลกระทบเชิงลบต่ออัตราการรอดตายของลูกปลานิลวัยอ่อน ยิ่งอุณหภูมิเพิ่มขึ้นพบว่าอัตราการรอดตายยิ่งต่ำลง โดยลูกปลานิลที่ได้รับการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 26±1 (กลุ่มควบคุม) 32±1 และ 35±1 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ยังเป็นไข่ พบว่ามีอัตราการรอดตายประมาณร้อยละ 83, 66 และ 50 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าไข่ที่ได้รับการกระตุ้นที่อุณหภูมิสูงทำให้อัตราการพิการในตัวอ่อนเพิ่มสูงด้วย โดยที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส พบว่าตัวอ่อนมีอัตราการพิการสูงถึงร้อยละ 12 ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีอัตราการพิการไม่ถึงร้อยละ 1

3. อุณหภูมิส่งผลกระทบเชิงบวกต่อลักษณะสัดส่วนเพศผู้ในลูกพันธุ์ปลานิล ยิ่งอุณหภูมิเพิ่มขึ้นพบว่าสัดส่วนเพศผู้ยิ่งเพิ่มสูงขึ้น โดยไข่ที่ได้รับการกระตุ้นที่อุณหภูมิ 26±1 (กลุ่มควบคุม) 32±1 และ 35±1 องศาเซลเซียส พบสัดส่วนเพศผู้ประมาณร้อยละ 51, 65 และ 71 ตามลำดับ

4. ระบบ FishTechFarm (Module Trace Back to Brood Stock) ที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถใช้ตามสอบพ่อแม่พันธุ์ได้

อย่างไรก็ตามเนื่องจากในการทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองเบื้องต้น ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองละเอียดอีกครั้งทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และอายุที่เหมาะสมในการกระตุ้น รวมทั้งผลของอาหารต่อการอนุบาลและอัตราการรอดตายต่อไป รวมถึงการทดสอบโปรแกรมเชื่อมต่อดังกล่าวซึ่งได้มีการออกแบบไว้รองรับการทำงานวิจัยของนักศึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายธัญญะ ดิษฐสมาน ได้จัดทำปัญหาพิเศษ เรื่อง ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการฟักไข่ อัตราการพิการ และอัตราการรอดตายในปลานิล และนายบรรจง โกสุม ได้จัดทำปัญหาพิเศษ เรื่อง อิทธิพลของอุณหภูมิต่ออัตราส่วนเพศในปลานิล ซึ่งปัญหาพิเศษทั้งสองเรื่องเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์ และดุสิต เอื้ออำนวย. 2552. การใช้ระบบฟิชเทคฟาร์มบันทึกข้อมูลแบบรายตัวในปลานิล [*Oreochromis niloticus*, Linn.]. ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 วันที่ 17-20 มีนาคม 2552.

รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์ ดุสิต เอื้ออำนวย ปวีณา ทวีกิจการ และสรัญญา พันธุ์พฤกษ์. 2551. การใช้เทคโนโลยี RFID ในสัตว์น้ำ. ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ และคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์ และอภินันท์ ธนชยานนท์. 2553. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สวิงตักปลาอัจฉริยะ. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Alvarenga, É. R. D. and França, L. R. D. 2009. Effects of different temperature on testis structure and function, with emphasis on somatic cells, in sexually mature Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*). Biology of Reproduction, 80 (537-544).

Angienda, P.O., Aketck, B.O. and Wainidi, E.N. 2010. Development of All-male Fingerlings by Heat Treatment and the Genetic Mechanism of Heat Induced Sex Determination in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Intenational Journal of Biological and Life Science 6 (1):38-43.

Barroiller, J.F., D'Cotta, H., Bezault, E., Wessels, S. and Hoerstgen-Schwark, G. 2009. Tilapia sex determination: Where temperature and genetics meet. Comparative biochemistry and Physiology, Part A . 153(1): 30-38.

Bezault, E., Clota, F., Derivaz, M., Chevassus, B., Baroiller, J.F. 2007. Sex determination and temperature-induced sex differentiation in three natural populations of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) adapted to extreme temperature conditions. Aquaculture 272, 513-516.

D. M. Dobkin, The RF in RFID passive UHF in practice, United States of America, Newnes, 2008

Despriz, D. and Mélard, C. 1998. Effect of ambient water temperature on sex determination in the blue tilapia *Oreochromis aureus*. Aquaculture 162:79-84.

Fujimura, K. and Okada, N. 2007. Development of the embryo, larava and early juvenile of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae). Development staging system. Develop. Growth Differ. 49:301-324.

http:// www.cisco.com/ en/ US/ docs/ solutions/ Enterprise/ Mobility/ wifich6.html

http://e-learning.snru.ac.th/els/tarika/Untitled-5.html

http://pong-fish.blogspot.com/

http://stdvet.kku.ac.th/boonhome/index01.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

http://www.fisheries.go.th/if-ubon/web2/images/download/nin.pdf

http://www.sdrf-th.org/thai/udon_isan.html

http://www.siamtilapia.com/th/farm/system_culture_station.php

Panakulchaiwit, R. 2007. Application of RFID Technology for Individual Identification of Aquatic Animals. In The International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology [ICEAST 2007] on November 21- 23, 2007 at Swissôtel Le Concorde, Bangkok, Thailand. pp. 782-785 [CD]

Rougeot, C., Prignon, C., Ngouana Kengne, C.V., Mélard, C., 2008. Effect of high temperature during embryogenesis on the sex differentiation process in the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquaculture 276, 205-208.

Systat 5.02 for Windows. Copyright 1990-1993. Systat, Inc. Evanston, IL USA.

Tessema, M., Müller-Belecke, A. and Hörstgen-Schwark, G. 2006. Effect of rearing temperature on the sex ratios of *Oreochromis niloticus*. Aquaculture 207, 249-261.

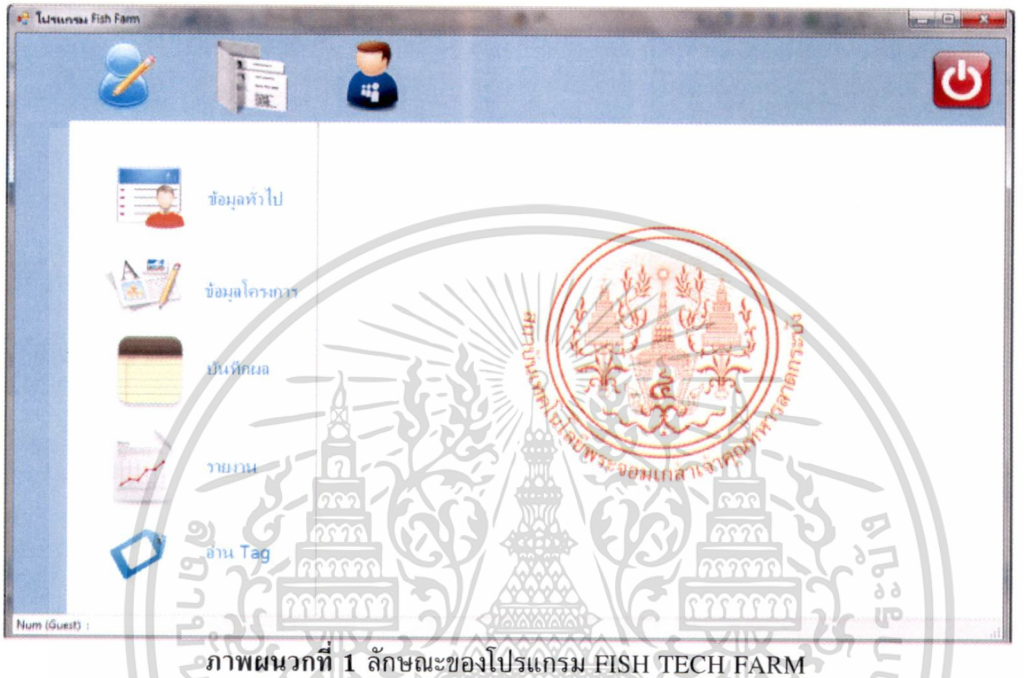
Wang, L-H., and Tsai, C-L. 2000. Effects of temperature on the deformity and sex differentiation of tilapia, Oreochromis mossabicus. J. of experimental zoology. 286:534-537.

www.fisheries.go.th/.../การ แปลงเพศปลานิลโดยการใช้ฮอร์โมน.doc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

คู่มือการใช้งานโปรแกรม FISH TECH FARM (Module Trace Back to Brood Stock)



ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะของโปรแกรม FISH TECH FARM

โปรแกรม **FISH TECH FARM** เป็นโปรแกรมซึ่งมีไว้เก็บข้อมูลการทดลองในฟาร์มเพาะเลี้ยงปลา สำหรับนักศึกษา และนักวิจัย เพื่อสร้างความสะดวกในการเก็บและรวบรวมข้อมูล ผลการทดลองต่าง ๆ โดยโปรแกรมยังสามารถออกรายงานเกี่ยวกับประวัติหรือรายละเอียดเกี่ยวกับการวิจัย รวมไปถึงผลการทดลองต่าง ๆที่ถูกเก็บไว้ได้อีกด้วย โดยการใช้งานโปรแกรมนั้นจะประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักดังนี้

1. สิทธิ์การใช้งานโปรแกรม FISH TECH FARM

โปรแกรม **FISH TECH FARM** ได้แบ่งกลุ่มผู้ใช้งานออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกันคือ ผู้ดูแลระบบ (Admin) และ ผู้ใช้งานระบบ(Guest) โดยแต่ละกลุ่มจะมีสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลแตกต่างกันดังนี้

1.1 **Admin** คือผู้ใช้งานโปรแกรมที่มีสิทธิ์อยู่ในสถานะ Admin ซึ่งสามารถกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดังนี้

(1) สามารถเข้าไปดูข้อมูลของ Guest แต่ละคน

(2) สามารถสั่งออกรายงานข้อมูลการทดลองของ Guest แต่ละคนได้

(3) สามารถเพิ่มหรือลบ Guest ที่มีอยู่ในระบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) สามารถเพิ่ม Admin เข้าไปในระบบ และถ้าต้องการลบสถานะ Admin คนอื่นก็สามารถทำได้ แต่ต้องทราบรหัสผ่านของ Admin คนนั้นก่อน

(5) สามารถเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านเฉพาะของตนเองได้

1.2 **Guest** คือผู้ใช้งานโปรแกรมที่มีสิทธิ์อยู่ในสถานะ Guest ซึ่งสามารถกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ดังนี้

(1) บันทึกข้อมูลประวัติ,ข้อมูลเกี่ยวกับโปรเจคต์ที่ทำ และ ข้อมูลผลการทดลองต่าง ๆ ได้

(2) สั่งให้โปรแกรมออกรายงานเฉพาะผลการทดลองของตนได้

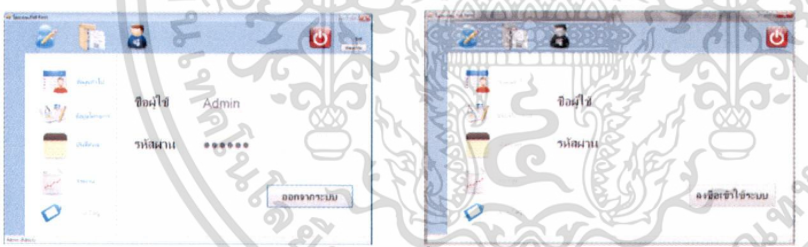
(3) ไม่สามารถเพิ่มหรือลบ สมาชิกคนอื่นเข้าหรือออกจากระบบได้

(4) สามารถเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านเฉพาะของตนเองได้

2. ส่วนประกอบต่าง ๆ ของโปแกรม FISH TECH FARM โปรแกรม **FISH TECH FARM** แบ่งเมนูออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

2.1 เมนูควบคุมการใช้งานโปรแกรม โดยเมนูนี้จะถูกวางไว้ในส่วนด้านบนของโปรแกรมซึ่งรายละเอียดของแต่ละเมนูมีดังนี้

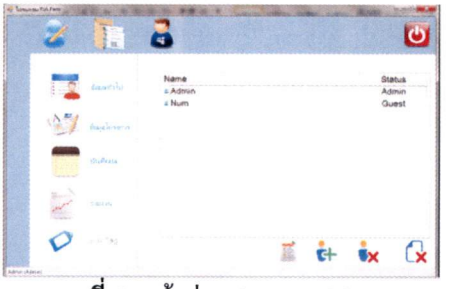
(1) **Login/Logout** เมื่อกดปุ่มนี้ โปรแกรมจะเข้าสู่หน้า Login/Logout เพื่ออนุญาติให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าและออกจากการใช้งานโปรแกรมได้ โดยเมื่อผู้ใช้ ใช้โปแกรมเป็นครั้งแรก ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านจะเป็น **Admin** และ XXXX ตามลำดับ



ภาพผนวกที่ 2 หน้าต่าง Loin/Logout

(2) **Account Management** ปุ่มนี้มีไว้เพื่อให้ผู้ใช้ที่มีสถานะเป็น Admin สามารถบริหารจัดการสมาชิกที่อยู่ในระบบได้ คือ เพิ่มสมาชิกเข้าไปในระบบ หรือ ลบสมาชิกออกจากระบบ หรือ ลบสามาชิกที่มีสถานะเป็น Guest ทั้งหมดออกจากระบบ หรือ ดูข้อมูลรวมถึงออกรายงานข้อมูลของสามาชิกที่มีสถานะเป็น Guest แต่ละคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



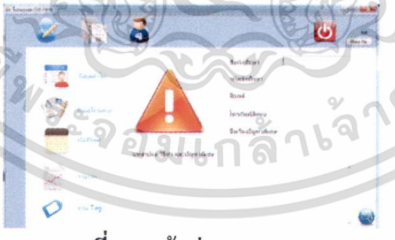
ภาพผนวกที่ 3 หน้าต่าง Account Management

(3) **Account** ปุ่มนี้มีไว้ให้สมาชิกแต่ละคนที่อยู่ในระบบ สามารถทำการเปลี่ยนแปลงรหัสผ่าน(Password) ของตนเอง

ภาพผนวกที่ 4 หน้าต่าง Account

2.2 เมนูใช้งานโปรแกรมของแต่ละสมาชิก โดยเมนูนี้จะด้านข้างของโปรแกรมซึ่งรายละเอียดของแต่ละเมนูมีดังนี

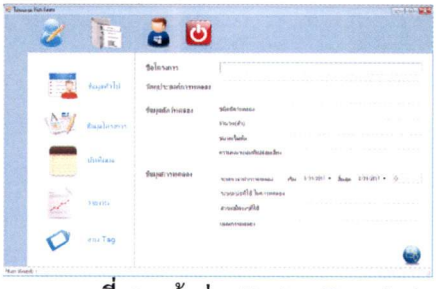
(1) **Account Profile** ปุ่มนี้มีไว้สำหรับให้ผู้ใช้งานโปรแกรม **FISH TECH FARM** กรอกข้อมูลประวัติ รวมไปถึงบทสรุปย่อเกี่ยวกับหัวข้อที่ทำการทดลอง ผู้ใช้สามารถทำการบันทึกข้อมูลที่ทำการกรอกลงไปได้โดยการกดปุ่ม **บันทึก**



ภาพผนวกที่ 5 หน้าต่าง Account Profile

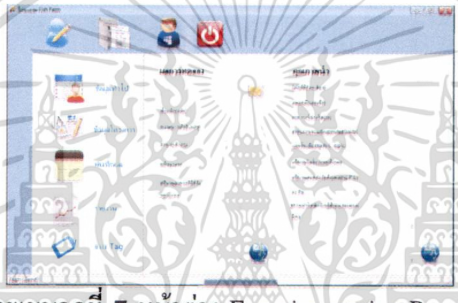
(2) **Project Description** ปุ่มนี้มีไว้สำหรับให้ผู้ใช้งานโปรแกรม **FISH TECH FARM** กรอกข้อมูลเกี่ยวกับโปรเจคที่ทำรวมไปถึงบทสรุปย่อเกี่ยวกับแผนการทดลองของโปรเจคนั้น ๆ ผู้ใช้สามารถทำการบันทึกข้อมูลที่ทำการกรอกลงไปได้โดยการกดปุ่ม **บันทึก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



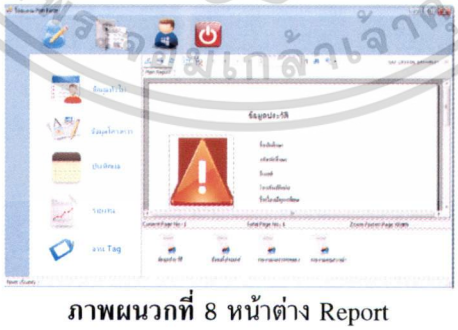
ภาพผนวกที่ 6 หน้าต่าง Project Description

(3) **Experimentation Record** ปุ่มนี้ทำไว้สำหรับเปลี่ยนไปในหน้าบันทึกผลการทดลอง โดยในหน้านี้ผู้ใช้งานสามารถบันทึกผลการทดลองต่าง ๆ ลงไปได้ และสามารถบันทึกข้อมูลที่ทำการกรอกลงไปโดยการกดปุ่ม **บันทึก**



ภาพผนวกที่ 7 หน้าต่าง Experimentation Record

(4) **Experimentation Report** ปุ่มนี้ทำไว้สำหรับเปลี่ยนไปในหน้าออกรายงาน โดยในหน้านี้ผู้ใช้สามารถดูรายงานของตัวเองได้ หรือ ผู้ใช้ที่มีสถานะเป็น Admin สามารถ สั่งดูรายงานของ Guest ที่ต้องการ โดยรายงานของโปรแกรม Fish Tech Farm นั้นแบงออกได้เป็น 4 แบบด้วยกัน คือ **รายงานข้อมูลประวัติของผู้ทดลอง , รายงานข้อมูลโปรเจคที่ทำการทดลอง,รายงานข้อมูลโปรเจคที่ทำการทดลอง,รายงานข้อมูลโปรเจคที่ทำการทดลอง**

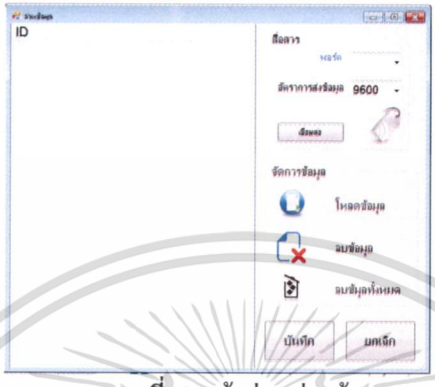


ภาพผนวกที่ 8 หน้าต่าง Report

นอกจากนี้ผู้ใช้งานโปรแกรมยังสามารถสั่งพิมพ์รายงาน หรือ export รายงานออกไปเป็นไฟล์ในรูปแบบ ต่าง ๆ เช่น ไฟล์ที่เป็นรูปแบบ Excel หรือ ไฟล์ที่เป็นรูปแบบ Pdf ได้โดยการกดปุ่ม แล้วเลือกชนิดของ ไฟล์ที่ต้องการ export ออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) **RFID** ปุ่มนี้ทำไว้สำหรับรับติดต่อกับเครื่องอ่าน RFID เพื่ออ่านข้อมูลของ Tag รวมไปถึงบันทึกข้อมูลที่อ่านได้จากเครื่องอ่าน RFID ลงไปในไฟล์อีกด้วย โดยเมื่อทำการกดปุ่ม RFID จะปารกฏหน้าจอ **อ่านข้อมูล** ดังภาพ



ภาพผนวกที่ 9 หน้าต่าง อ่านข้อมูล

ในหน้าจอ **อ่านข้อมูล** จะประกอบไปด้วยสามส่วนด้วยกันคือ

- **ส่วนติดต่อกับเครื่องอ่าน RFID** โดยผู้ใช้งานต้องทำการ setup การสื่อสารกับเครื่องอ่าน RFID ก่อนโดยเลือกพอร์ตและอัตราการส่งข้อมูลของการสื่อสารแบบอนุกรม(serial communication) ให้ถูกต้อง แล้วทำการปดปุ่ม เชื่อต่อ หรือ ผู้ใช้งานสามารถยกเลิกการเชื่อมต่อกับเครื่องอ่าน RFID โดยการปดปุ่มนี้อีกครั้ง
- **ส่วนจัดการข้อมูล** โดยที่ผู้ใช้สามารถทำการโหลดข้อมูล ID ที่บันทึกไว้โดยการปุ่มที่ปุ่ม หรือทำการลบข้อมูลแต่ละ ID หรือลบข้อมุล ID ทั้งหมด ที่บันทึกไว้โดยการปุ่มที่ปุ่ม หรือ ตามลำดับ
- ส่วนบันทึกข้อมูล โดยผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมุลที่ได้จากเครื่องอ่าน RFID เก็บไว้โดยกดปุ่ม **บันทึก**

(6) **Exit** ปุ่มนี้ใช้สำหรับออกจากโปรแกรม หรือว่าผู้ใช้สามารถออกจากโปรแกรมได้โดยการคลิกปิดหน้าต้องโปรแกรม

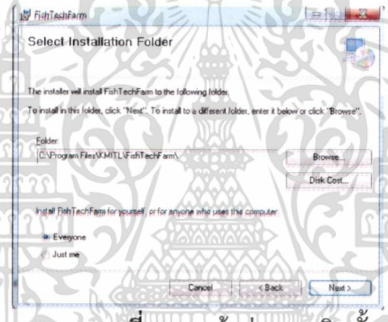
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม FISH TECH FARM

3.1 คลิกที่ setup.exe จากนั้นโปรแกรมจะเริ่มทำการติดตั้งตัวเอง

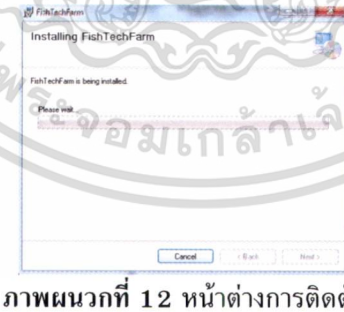
ภาพผนวกที่ 10 หน้าต่างการติดตั้ง

3.2 คลิกปุ่ม Next และทำการเลือกโฟลเดอร์ที่ต้องการทำการติดตั้งโปรมและให้เลือกการติดตั้งเป็นแบบ Everyone



ภาพผนวกที่ 11 หน้าต่างการติดตั้ง

3.3 คลิกปุ่ม Next ต่อไปเรื่อย ๆ จากนั้นโปรแกรมจะเริ่มกระบวนการติดตั้งตัวเองดังภาพ



ภาพผนวกที่ 12 หน้าต่างการติดตั้ง

3.4 เมื่อโปรแกรมทำการติดตั้งตัวเองสำเร็จจะขึ้นข้อความว่า installation complete ซึ่งหมายถึงขั้นตอนการติดตั้งเสร็จสมบูร์ ให้คลิกปุ่ม close เพื่อทำการปิดหน้าต่างการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้