



บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองพบว่าไข่ปลานิลที่กระตุ้นด้วยอุณหภูมิสูงจะส่งผลให้อัตราการฟักไข่ลดต่ำลงและแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) 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 มีลักษณะเช่นเดียวกันอัตราการฟักเป็นตัวอ่อน พบว่าไข่ที่ได้รับการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส ลูกปลานิลวัยอ่อนมีอัตราการรอดตายน้อยกว่าร้อยละ 50 (ตารางที่ 4.2) ในขณะที่อุณหภูมิในกลุ่มควบคุมและที่อุณหภูมิ 32 ± 1 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายประมาณร้อยละ 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)	อัตราการรอดตาย (ครั้งที่ 1)	อัตราการรอดตาย (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”

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 01 ต.ค. 2555
เลขทะเบียน 247318
เลขเรียกหนังสือ

วันที่ 2 ไช้เริ่มมีการพัฒนาเป็นลูกปลา พบจุดสีดำของลูกตาทั้ง 2 จุด เรียกว่า “eyed”
 วันที่ 3 ไช้มีสีน้ำตาลและเริ่มพัฒนาจนสังเกตเห็นส่วนตาและหางได้อย่างชัดเจน 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 ไช้ยังคงมีสีเหลืองอ่อนและยังไม่มีการพัฒนาของตัวอ่อน เรียกว่า “un-eyed”
 วันที่ 2-3 ไช้เริ่มมีการพัฒนาเป็นลูกปลา พบจุดสีดำของลูกตาทั้ง 2 จุด เรียกว่า “eyed”
 วันที่ 4 ไช้มีสีน้ำตาลและเริ่มพัฒนาจนสังเกตเห็นส่วนตาและหางได้อย่างชัดเจน 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 ไช้ยังคงมีสีเหลืองอ่อนและยังไม่มีการพัฒนาของตัวอ่อน เรียกว่า “un-eyed”
 วันที่ 2-3 ไช้เริ่มมีการพัฒนาเป็นลูกปลา พบจุดสีดำของลูกตาทั้ง 2 จุด เรียกว่า “eyed”
 วันที่ 4 ไช้มีสีน้ำตาลและเริ่มพัฒนาจนสังเกตเห็นส่วนตาและหางได้อย่างชัดเจน พบว่าเริ่มมีการว่ายน้ำได้แล้ว เรียกว่า “per-hatched”
 วันที่ 5 พบว่าลูกปลาเป็นตัวแต่ยังคงมีถุงไข่แดงติดตัว ว่ายน้ำไปมาได้สะดวก เรียกว่าระยะ “hatched fry หรือ york fry”
 วันที่ 6 พบว่าถุงไข่แดงที่ปรากฏบนตัวลูกปลาเริ่มหมด ลูกปลาว่ายน้ำรวดเร็วขึ้น เรียกว่าระยะ “swim-up fry”

โดยไช้ที่ได้รับการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิสูงพบว่าไช้มีการเจริญเติบโตและพัฒนาเข้าสู่ระยะ swim-up fry ได้เร็วขึ้น ในขณะเดียวกันพบว่าอัตราการฟักในลูกปลานิลที่ได้รับการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิสูงมีแนวโน้มสูงเช่นเดียวกัน โดยไช้ที่ได้รับการกระตุ้นที่อุณหภูมิเท่ากับ 32+1 และ 35+1 องศาเซลเซียส มีอัตราการฟักของลูกปลาที่ตรวจพบประมาณร้อยละ 4 และ 12 ตามลำดับ (ตามรางที่ 4.3 และภาพที่ 4.1)

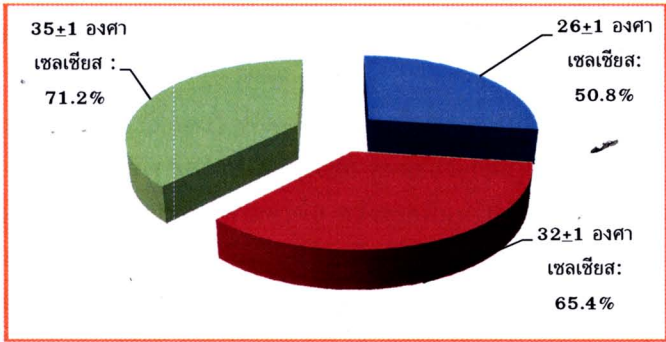
ตารางที่ 4.3 อัตราการฟักที่ตรวจพบในลูกปลานิล

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ร้อยละความฟักในลูกปลานิลที่ ตรวจพบ
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 พบว่าสัดส่วนเพศผู้ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นโดยตรง โดยอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้พบสัดส่วนเพศผู้ในปลานิลเพิ่มสูงขึ้นตามภาพที่ 4.2 สำหรับกลุ่มควบคุมมีสัดส่วนเพศผู้ใกล้เคียงร้อยละ 50 สัดส่วนเพศผู้ที่พบในแต่ละกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิที่ต่างกัน 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

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 คือ อุณหภูมิน้ำประมาณ 26-27 องศาเซลเซียส พบว่าปลานิลจากทั้ง 3 ประชากรมีสัดส่วนเพศผู้ร้อยละ 50.2, 52.9 และ 55.8 ตามลำดับ ผลจากสัดส่วนเพศผู้ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แสดงว่าอุณหภูมิจึงมีส่วนช่วยในการกำหนดลักษณะทางเพศในปลานิลได้

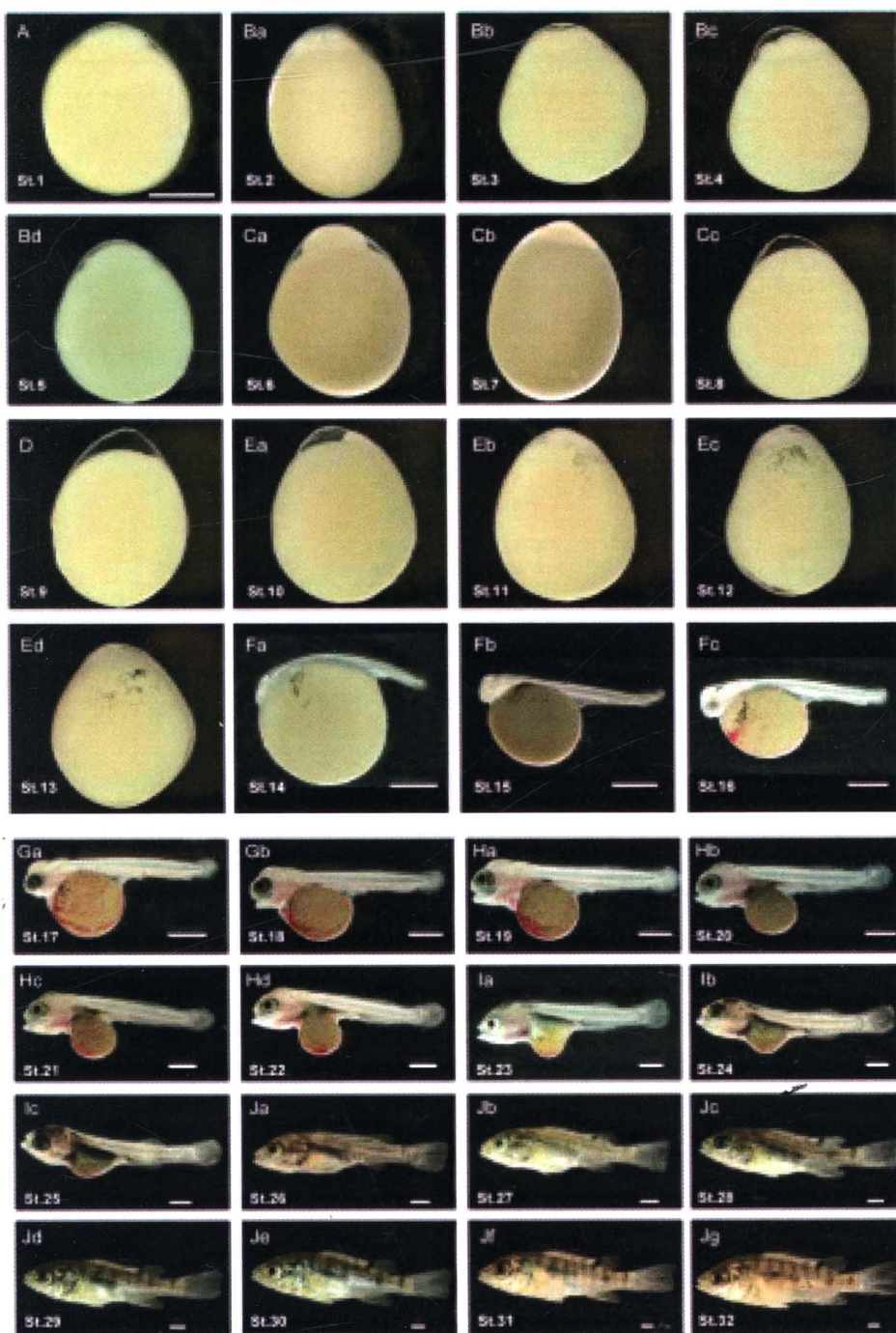
ในขณะที่ Rougeot *et al.* (2008) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อกลไกการกำหนดเพศเช่นเดียวกัน โดยปลานิลระยะตัวอ่อนที่เกิดจากพ่อพันธุ์ XX ผสมกับแม่พันธุ์ XX หลังจากนั้นนำไขมากระตุ้นด้วยอุณหภูมิ 34, 35 และ 36 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเป็นตัวอ่อนใช้เวลาประมาณ 49-53 ชั่วโมง ส่วนกลุ่มควบคุมจะเพาะฟักที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่าปลานิลกลุ่มควบคุมทั้งหมดเป็นเพศเมีย 100% ในขณะที่อุณหภูมิ 34, 35 และ 36 องศาเซลเซียส มีสัดส่วนเพศผู้เพิ่มเป็น 9.7, 18.2, 17.5% ตามลำดับ ในขณะที่อัตราเพาะฟักและอัตราการรอดตายของตัวอ่อนจะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันแต่จะตรงข้ามกับอุณหภูมิ คือ ยิ่งอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอัตราการเพาะฟักและอัตราการรอดตายยิ่งต่ำลง 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 หลังจากที่ย้อนกลับในอุณหภูมิดังกล่าวนานประมาณ 5 วัน ผลการทดสอบพบว่าลูกปลาอายุตั้งแต่ 0-5 วัน จะพบความผิดปกติของก้านครีบสูงที่อุณหภูมิ 28 และ 32 องศาเซลเซียส ในขณะที่ลูกปลาเมื่อมีอายุเพิ่มขึ้นพบว่าอุณหภูมิไม่ส่งผลต่อความผิดปกติดังกล่าว ส่วนชุดการทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิต่อลักษณะความแตกต่างทางเพศ 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

อุณหภูมิสูงแต่ไม่ส่งแต่ยังคงมีสัดส่วนเพศเมียสูงกว่าร้อยละ 50 ในช่วงระหว่างอายุเริ่มฟักตัวจนกระทั่งถึง 5 วัน ซึ่งเป็นช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาในตัวอ่อนจะเป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิสูงที่ส่งผลกระทบทำให้ตัวอ่อนผิดปกติ กรณีที่ลูกปลานิลอายุ 10 วัน พบว่าเมื่ออุณหภูมิในระบบการอนุบาลที่สูงจะส่งผลทำให้เกิดลักษณะของเพศผู้เพิ่มสูงขึ้น ซึ่ง Despriz and Mélard (1998) พบว่าลูกพันธุ์ปลานิลสายพันธุ์จาก Dor station (Israel) ที่นำเข้ามาเพาะพันธุ์ที่สถานีเพาะพันธุ์ Tihange ของมหาวิทยาลัย Liège, Belgium อายุ 9 วัน แล้วนำมาเลี้ยงที่อุณหภูมิต่างๆ กัน ได้แก่ 21 องศาเซลเซียส นาน 40 วัน และ 34 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน สำหรับกลุ่มควบคุมเลี้ยงที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบพบว่าลูกปลานิลที่เลี้ยงที่อุณหภูมิสูงมีสัดส่วนเพศผู้ร้อยละ 97.8 สูงกว่าที่เลี้ยงในอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส มีสัดส่วนเพศผู้ร้อยละ 63 ในขณะที่อุณหภูมิต่ำพบว่ามีพัฒนาของลักษณะทางเพศค่อนข้างช้า ในขณะเดียวกันที่อุณหภูมิต่ำพบว่ามีอัตราการรอดตายของลูกปลานิลต่ำกว่าร้อยละ 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



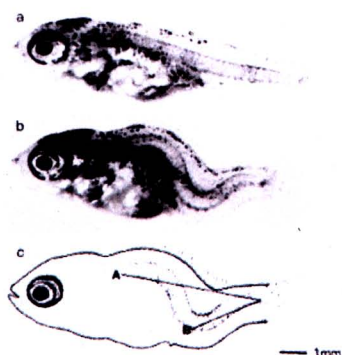
ภาพที่ 4.3 การพัฒนาและการเจริญเติบโตในไข่ปลาไนล (*O. niloticus*) ที่ผ่านการปฏิสนธิ
ที่มา: Fujimura and Okada (2007)

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
		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
		Early juvenile	26	12-13	
	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)