

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๖๓/๒๕๕๑



Technical Paper No. 63/2008

ผลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพการพัฒนาการปลาทะพัดวัยอ่อน

**Effect of Temperature on Arowana**

**(*Scleropages formosus* Muller and Schlegel, 1844) Larvae Development**

นพดล จินดาพันธ์

**Noppadol Jindaphan**

ณรงค์ เลียนยงค์

**Narong Lianyong**

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด

**Inland Fisheries Research and Development Bureau**

กรมประมง

**Department of Fisheries**

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

**Ministry of Agriculture and Cooperatives**



ผลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพการพัฒนารูปการปลาตะเพียนอ่อน

Effect of Temperature on Arowana

(*Scleropages formosus* Muller and Schlegel, 1844) Larvae Development

นพดล จินดาพันธ์

Noppadol Jindaphan

ณรงค์ เลียนยงค์

Narong Lianyong

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี

Suratthani Inland Fisheries Research  
and Development Center

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด

Inland Fisheries Research and Development Bureau

กรมประมง

Department of Fisheries

๒๕๕๑

2008



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	4
1. การวางแผนการทดลอง	4
2. วิธีการทดลอง	5
3. การศึกษาพัฒนาการของลูกปลาตะพัด	7
4. การวิเคราะห์ข้อมูล	7
ผลการศึกษา	8
1. พัฒนาการของลูกปลาตะพัด	8
2. การอนุบาลลูกปลาตะพัด	13
3. คุณภาพน้ำในการอนุบาล	16
4. ต้นทุนและผลตอบแทน	18
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	20
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	24

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความยาวเฉลี่ย และขนาดสูงไขแดงเฉลี่ยของลูกปลาตะพัดที่อนุบาลในตู้กระจกที่ อุณหภูมิต่างกัน	13
2	ความยาวเฉลี่ย อัตรารอดตายเฉลี่ย และระยะเวลาเฉลี่ยสูงไขแดงยุบ หลังสิ้นสุดการ ทดลอง	16
3	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำช่วงเช้าและบ่าย ระหว่างการอนุบาลลูกปลาตะพัดในตู้ กระจก	17
4	ต้นทุนและผลตอบแทนการอนุบาลลูกปลาตะพัดในตู้กระจก โดยควบคุมอุณหภูมิ และไม่ควบคุมอุณหภูมิ	19
ตารางผนวกที่		หน้า
1	รายละเอียดต้นทุนการเพาะปลาตะพัดในบ่อดิน	24

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การฟักไข่ปลาตะพัดในขวดโหลในตู้กระจก	5
2	ไข่ปลาตะพัดที่รวบรวมได้	10
3	ไข่ปลาตะพัดฟัก 2 วัน	10
4	ลูกปลาตะพัดแรกฟัก	10
5	ลูกปลาตะพัดอายุ 1 วัน	10
6	ลูกปลาตะพัดอายุ 3 วัน	10
7	ลูกปลาตะพัดอายุ 5 วัน	10
8	ลูกปลาตะพัดอายุ 7 วัน	11
9	ลูกปลาตะพัดอายุ 12 วัน	11
10	ลูกปลาตะพัดอายุ 19 วัน	11
11	ลูกปลาตะพัดอายุ 27 วัน	11
12	ลูกปลาตะพัดอายุ 37 วัน	12
13	ลูกปลาตะพัดอายุ 49 วัน	12
14	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวตัวปลาและขนาดของถุงไข่แดงของปลาตะพัดวัยอ่อน	15
15	อัตราการรอดตายของปลาตะพัดวัยอ่อน	16

# ผลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพการพัฒนาการปลาตะพัดวัยอ่อน

นพดล จินดาพันธ์\* และ ณรงค์ เลี่ยนยงค์

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี

## บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพการพัฒนาของลูกปลาตะพัดวัยอ่อน โดยศึกษาพัฒนาการของลูกปลาตะพัดวัยอ่อน ตั้งแต่ระยะไข่ถึงระยะถุงไข่แดงถูกใช้หมดไป และได้ทดลองอนุบาลลูกปลาระยะลูกปลาตะพัดวัยอ่อน (Larval phase) โดยเปรียบเทียบควบคุมอุณหภูมิที่ 30, 27 องศาเซลเซียส และไม่ควบคุมอุณหภูมิ (อุณหภูมิห้อง) พบว่าตัวอ่อนปลาตะพัดได้พัฒนาอยู่ในไข่จนถึงวันที่ 3 ลูกปลาเริ่มแตกออกจากเปลือกไข่ หลังจากนั้นได้พัฒนาจนถุงไข่แดงถูกใช้หมดไป และลูกปลาเปลี่ยนรูปร่างไปถึงระยะ ลูกปลาขนาดเล็ก (Juvenile phase) ส่วนการทดลองอนุบาล ลูกปลาเริ่มทดลองมีความยาวเฉลี่ย  $12.69 \pm 0.10$ ,  $12.66 \pm 0.04$  และ  $12.69 \pm 0.04$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ถุงไข่แดงมีขนาดเฉลี่ย  $14.68 \pm 0.16$ ,  $14.85 \pm 0.18$  และ  $14.77 \pm 0.06$  มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ลูกปลามีความยาวเฉลี่ย  $69.52 \pm 1.24$ ,  $64.82 \pm 9.92$  และ  $62.88 \pm 3.24$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ระยะเวลาที่ถุงไข่แดงถูกใช้หมดไปเป็นเวลา 49, 52 และ 54 วัน ตามลำดับ และมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย  $66.70 \pm 15.00$ ,  $50.00 \pm 10.00$  และ  $40.00 \pm 27.00$  เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งทั้งความยาวเฉลี่ย ระยะเวลาถุงไข่แดงยุบ และอัตราการรอดตาย มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

ต้นทุนและผลตอบแทนของการอนุบาลลูกปลาตะพัดวัยอ่อนในตู้กระจกนั้น พบว่าชุดการทดลองที่มีการควบคุมอุณหภูมิมีต้นทุนต่อตัวสูงกว่า เพราะมีลูกปลาเหลือรอดมากกว่า โดยการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส 27 องศาเซลเซียส และไม่ควบคุมอุณหภูมิ มีต้นทุนต่อตัว 1,050.78, 1,478.78 และ 1,873.00 บาท ตามลำดับ ซึ่งชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส มีกำไรสุทธิ 1,044.56 บาท ส่วนชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 27 องศาเซลเซียส และชุดการทดลองที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ขาดทุน 1,393.67 และ 2,548.00 บาท ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการเจริญเติบโต ระยะเวลาถุงไข่แดงยุบ อัตราการรอดตาย และผลตอบแทนการลงทุน สรุปได้ว่าการอนุบาลลูกปลาตะพัดวัยอ่อนในตู้กระจกควรควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสมที่สุด

**คำสำคัญ:** ปลาตะพัด พัฒนาการ การอนุบาล อุณหภูมิ ต้นทุน

\* ผู้รับผิดชอบ : ๒๐ ม.๗ ต.ท่าข้าม อ.พุนพิน จ.สุราษฎร์ธานี ๘๔๑๓๐.

e-mail : [jindaphan\\_n@hotmail.com](mailto:jindaphan_n@hotmail.com)

# **Effect of Temperature on Arowana (*Scleropages formosus* Muller and Schlegel, 1844) Larvae Development**

**Noppadol Jindaphan<sup>\*</sup> and Narong Lianyong**

Suratthani Inland Fisheries Research and Development Center

## **Abstract**

The study on effect of water temperature on the efficiency of *Scleropages formosus* Muller and Schlegel, 1844 larvae development was conducted on the larval stages from the egg stage to the non-egg yolk stage. By nursing larval phase compared within 3 water temperature treatments at 30, 27 °C and room temperature. It showed that the larval stage were developed from egg stage within 3 days until developed to non-egg yolk larval stage and developed to juvenile stage. The average initial larval length were 12.69±0.10, 12.66±0.04 and 12.66±0.04 millimetres respectively with the average egg yolk sizes of 14.68±0.16, 14.85±0.18 and 14.77±0.06 millimetres respectively. At the end of experiment, the average larval length were 69.52±1.24, 64.82±9.92 and 62.88±3.24 millimetres respectively. The periods of non-egg yolk larval stage of each treatments were significantly differences 49, 52 and 54 days respectively. The average survival rates were also significantly differences 66.70±15.00, 50.00±10.00 and 40.00±27.00 % respectively.

The cost and the outcome of the experiments were found that the control-temperated treatments (30 °C, 27 °C) were cheaper than room-temperature treatment. The cost of each treatments were 1,050.78, 1,478.73 and 1,873.00 Baht respectively with profit of 1,044.56 Baht in control-temperature treatments (30 °C).

**Key words :** Arowana , *Scleropages formosus* ,temperature, development, nursing

\* Corresponding author: 20 Mu 7,Tambol ThakhamAmphoe Phunphin Suratthani 84130, Thailand.

e-mail : [jindaphan\\_n@hotmail.com](mailto:jindaphan_n@hotmail.com)



## คำนำ

ปลาตะพัดเป็นปลาสวยงามที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ พบแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก โดยมีลักษณะภายนอกที่แตกต่างกันและผันแปรไปตามแหล่งที่พบ ปลาตะพัดถูกจัดอยู่ในครอบครัว Osteoglossidae มีอยู่ด้วยกัน 4 ชนิด คือ ตะพัดเขียวหรือตะพัดสีเงินสายพันธุ์ไทย ตะพัดแดง ตะพัดทองมาเลย์ และตะพัดทองอินโดนีเซีย (สมโภชน์ และกาญจนรี, 2543) แต่ที่พบในประเทศไทยคือ ปลาตะพัดสีเงินสายพันธุ์ไทย พบครั้งแรกที่จังหวัดตราด เมื่อ พ.ศ. 2474 และต่อมาพบที่จังหวัดจันทบุรี ในปัจจุบันได้สูญพันธุ์ไปจากจังหวัดดังกล่าวแล้ว แต่ยังพบบ้างไม่มากในบริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภาจังหวัดสุราษฎร์ธานี และในประเทศไทยมีสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ (Endangered) สาเหตุการคุกคามคือ การจับมากเกินไป และการสูญเสียถิ่นอาศัยที่เป็นลำธาร ในป่าดงดิบราบต่ำ ปลาตะพัดอยู่ในบัญชีรายชื่อ CITES Appendix I และเป็นสัตว์น้ำคุ้มครองตาม พ.ร.บ. สงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า ปี 2535 และ พ.ร.บ. การประมง (ชาลิต, 2545)

ปลาตะพัดสีเงินสายพันธุ์ไทยมีพฤติกรรม และลักษณะภายนอกเหมือนกับปลาตะพัดแดง ตะพัดทองมาเลย์ และตะพัดทองอินโดนีเซีย ซึ่งเป็นกลุ่มปลาตะพัดที่มีราคาแพง แตกต่างเพียงสีลำตัว ซึ่งศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี สามารถเพาะพันธุ์ปลาตะพัดสีเงินสายพันธุ์ไทยได้เมื่อปี พ.ศ. 2531 (เทียนทอง, 2534ก) และปลาตะพัดสีทองสายพันธุ์อินโดนีเซีย เมื่อปี พ.ศ. 2533 (เทียนทอง, 2534ข) ซึ่งเป็นการเพาะพันธุ์โดยวิธีเลียนแบบธรรมชาติทั้งในบ่อดินและบ่อซีเมนต์ ใช้วิธีการรวบรวมลูกปลาตะพัดจากปากของพ่อปลามาฟัก และอนุบาล โดยไข่และลูกปลาที่รวบรวมได้แบ่งออกเป็นหลายระยะ ซึ่งมีลักษณะและขั้นตอนการพัฒนาของไข่และลูกปลาตะพัดด้วยอ่อน ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 ลักษณะที่พบ ไข่ได้รับการผสมใหม่กำลังพัฒนาเป็นตัวอยู่ในเปลือกไข่ระยะเวลาไม่ทราบแน่นอน
- ขั้นตอนที่ 2 ลูกปลาวัยอ่อนขนาดความยาว 1.0–3.0 เซนติเมตร มีถุงไข่แดงขนาดใหญ่ติดอยู่ไม่สามารถว่ายน้ำได้
- ขั้นตอนที่ 3 ลูกปลาขนาด 3.0–6.0 เซนติเมตร สามารถเคลื่อนตัวได้บ้าง แต่ว่ายน้ำไม่ได้สามารถกินอาหารได้บ้างใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์
- ขั้นตอนที่ 4 ลูกปลามีขนาด 6.0–7.0 เซนติเมตร ถุงไข่แดงยุบหมดแล้ว ว่ายน้ำและกินอาหารได้ดี ใช้เวลาประมาณ 5–7 สัปดาห์

จากพัฒนาการของไข่และลูกปลาตะพัดในขั้นตอนดังกล่าว ระยะที่ถุงไข่แดงยุบหมดใช้เวลาจนถึง 35–49 วัน เมื่อถุงไข่แดงยุบลูกปลาพัฒนาเหมือนตัวเต็มวัย ซึ่งการพัฒนาของลูกปลาจนถึงระยะนี้มีผลมาจากอุณหภูมิ โดยปลาโอโรวานาใช้เวลาถึง 45 วัน ที่อุณหภูมิ น้ำ 25.6–28.4 องศาเซลเซียส (นพดล และคณะ, 2549) ปลาแขยงนวลใช้เวลา 50 วัน ที่อุณหภูมิ น้ำ 28.1–28.2 องศาเซลเซียส (ธีรวัฒน์ และคณะ, 2550) และปลาหมอช้างเหยียบใช้เวลา 29 วัน ที่อุณหภูมิ น้ำ 28.0–29.0 องศาเซลเซียส (บรรจง และ

คณะ, 2535) และโดยทั่วไปลูกปลาตะพัดที่อยู่ในปากฟอปลาที่เพาะพันธุ์ในบ่อดิน ฝูงไข่แดงยุบหมดใช้เวลาประมาณ 3–4 สัปดาห์ แต่ลูกปลาบ่อซีเมนต์ใช้เวลา 4–5 สัปดาห์ ซึ่งอุณหภูมิของน้ำที่วัดได้จากบ่อดินที่ใช้เพาะพันธุ์อยู่ที่ 25.0–28.0 องศาเซลเซียส (เทียนทอง, 2534ก) ส่วนอุณหภูมิของน้ำบริเวณที่เป็นแหล่งอาศัยของปลาตะพัดในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา ระหว่างเดือนมกราคม–เมษายน 2530 อยู่ในช่วง 22.0–34.0 องศาเซลเซียส (อุดมชัย และสมบัติ, 2530) แต่อุณหภูมิของน้ำในตู้ที่ใช้เลี้ยงและอนุบาลปลาตะพัดอยู่ในช่วง 25.0–27.0 องศาเซลเซียส (เทียนทอง และคณะ, 2536) โดยในช่วงกลางคืนอุณหภูมิของน้ำในตู้กระจกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และในการฟักไข่ปลาตะพัด ถ้าอุณหภูมิน้ำต่ำพบว่าการพัฒนาตัวอ่อนในแต่ละขั้นตอนจนลูกปลามีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัยใช้เวลานาน ซึ่งเป็นสาเหตุให้ฝูงไข่แดงของลูกปลาติดเชื้อจากแบคทีเรียส่งผลให้มีอัตราการรอดตายต่ำ

ดังนั้นการศึกษาเรื่องผลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพการพัฒนาการปลาตะพัดวัยอ่อนโดยการควบคุมอุณหภูมิน้ำ เพื่อเปรียบเทียบการควบคุมอุณหภูมิในตู้อนุบาล กับไม่ควบคุมอุณหภูมิน้ำ มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และต้นทุนที่แตกต่างกัน การศึกษาปลาตะพัดสีเงินสายพันธุ์ไทยเป็นการช่วยอนุรักษ์ปลาตะพัดไม่ให้สูญพันธุ์ และปลาตะพัดสีเงินสายพันธุ์ไทยเป็นปลาที่มีลักษณะไข่เหมือนกับปลาตะพัดทองมาเลย์ ปลาตะพัดแดงและปลาตะพัดทองอินโด สามารถนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับปลาตะพัดในกลุ่มนี้ และเพิ่มผลผลิตลูกปลาให้มีจำนวนมากได้

## วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการพัฒนาของลูกปลาตะพัดสีเงินสายพันธุ์ไทย จากระยะไข่จนถึงระยะฝูงไข่แดงถูกใช้หมดไป ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ กันในตู้กระจก
2. ศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ตลอดจนระยะเวลาที่ฝูงไข่แดงถูกใช้หมดไปของปลาตะพัดวัยอ่อนที่อนุบาลในตู้กระจกที่ระดับอุณหภูมิต่างกัน
3. ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนจากการอนุบาลลูกปลาตะพัดวัยอ่อนที่อนุบาลในตู้กระจกที่อุณหภูมิต่างกัน

## อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

### 1. การวางแผนทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (randomized block design) แบ่งบล็อกเป็นไข่หรือลูกปลาของแม่ปลาแต่ละแม่ และแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง (treatment) ในแต่ละชุดการทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ (replication) ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ควบคุมอุณหภูมิน้ำที่ 30 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลองที่ 2 ควบคุมอุณหภูมิน้ำที่ 27 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลองที่ 3 ไม่ควบคุมอุณหภูมิน้ำ (อุณหภูมิประมาณ 25–26 องศาเซลเซียส)

## 2. วิธีการทดลอง

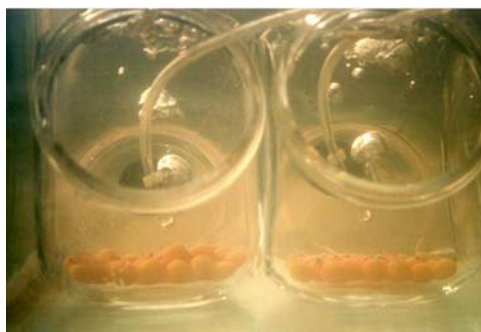
2.1 การเตรียมพ่อแม่พันธุ์ เตรียมพ่อแม่ปลาตะพัดสีเงินสายพันธุ์ไทย อายุ 4 ปี มีขนาดความยาวเฉลี่ย  $48.65 \pm 2.74$  เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย  $1.83 \pm 0.26$  กิโลกรัม เลี้ยงในบ่อดินขนาด 1 ไร่ จำนวน 2 บ่อในอัตราส่วน เพศผู้ต่อเพศเมีย 1 : 1 รวม 50 ตัวต่อบ่อ ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป โปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ สลับกับปลาเหยื่อ (ปลาข้างเหลืองสับ) วันละ 3–5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ปรับปริมาณอาหารตามน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น และเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ 2 เดือนต่อครั้ง

### 2.2 การเตรียมอุปกรณ์ทดลอง

2.2.1 เตรียมตู้ทดลองขนาด  $45 \times 90 \times 45$  เซนติเมตร จำนวน 9 ตู้ ใส่น้ำระดับ 45 เซนติเมตร (ปริมาตรน้ำ 91.125 ลิตร) ใส่น้ำทรายเพื่อให้อากาศจำนวน 1 หัว และใช้ขวดโหลปากเอียง 45 องศา เป็นอุปกรณ์ในการฟักไข่ 1 ใบต่อตู้ ภายในขวดโหลใช้สายยางเป่าอากาศลงไป เพื่อให้ไข่มีการเคลื่อนไหว

2.2.2 การควบคุมอุณหภูมิ วางตู้ทดลองในห้องทดลอง และใช้ฮีทเตอร์ ขนาด 150 วัตต์ ที่มีเทอร์โมสตัทเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิในตู้กระจกจำนวน 1 ตัวต่อตู้ โดยชุดการทดลองที่ 1 ตั้งอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ชุดการทดลองที่ 2 ตั้งอุณหภูมิที่ 27 องศาเซลเซียส ชุดการทดลองที่ 3 ใช้อุณหภูมิห้องหรือไม่ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 25–26 องศาเซลเซียส และใช้ตู้ทดลองชุดการทดลองละ 3 ตู้

2.3 การเตรียมลูกปลาทดลอง รวบรวมไข่และลูกปลาตะพัดช่วงฤดูผสมพันธุ์วางไข่ ในเดือนพฤศจิกายน โดยใช้วนตาถี่ลากพ่อแม่พันธุ์จากบ่อเพาะพันธุ์ และรวบรวมไข่จากปากพ่อแม่ปลา คัดเลือกเฉพาะไข่และลูกปลาระยะที่ 2 ที่มีขนาด 1.2–1.3 เซนติเมตร มาทดลอง ถ้าเป็นลูกปลาระยะที่ 2 สามารถทดลองได้เลย แต่ถ้าเป็นไข่ต้องนำมาฟักในขวดโหลที่เตรียมไว้ในตู้กระจก จำนวน 20 ฟองต่อตู้ (ภาพที่ 1) ในระหว่างการฟัก ถ้าไข่มีลักษณะสีขาวขุ่นให้ตักออกเพราะเป็นไข่ที่ติดเชื้อแบคทีเรีย และไข่จะเสียในที่สุด สังเกตพัฒนาการของไข่พร้อมถ่ายรูปจนฟักเป็นตัว จึงนำมาทดลองตามชุดการทดลองที่เตรียมไว้



ภาพที่ 1 การฟักไข่ปลาตะพัดในขวดโหลในตู้กระจก

2.3.1 การเลือกลูกปลาทดลอง คัดเลือกลูกปลาที่มีลักษณะแข็งแรง และดูไข่แดงไม่ติดเชื้อ เป็นสีขาวขุ่นมาอนุบาลในขวดโหลในตู้กระจก จำนวน 10 ตัวต่อโหลต่อตู้ โดยใช้ลูกปลาที่ได้จากแม่เดียวกัน เป็นบล็อกในแต่ละชุดการทดลอง

2.3.2 การวัดขนาดลูกปลาและดูไข่แดง วัดความยาวลูกปลาตั้งแต่ส่วนหัว ถึงปลายสุดของหาง และวัดขนาดดูไข่แดง โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของดูไข่แดง ด้วยเวอร์เนีย มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร จำนวน 5 ตัวต่อตู้ ทุกชุดการทดลอง ตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุดการทดลอง

2.4 การจัดการระหว่างการทดลอง การอนุบาลลูกปลาทุกชุดการทดลองมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเช้า 3 วันต่อครั้ง และใส่ยาปฏิชีวนะ (ออกซีเตตราไซคลิน) ทุกครั้งเพื่อป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรีย ในอัตรา 10 ppm ต่อตู้

2.5 การตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำ โดยตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำในตู้ที่ใช้อนุบาลทุกวัน (เวลาประมาณ 06.00 น.) ก่อนเปลี่ยนถ่ายน้ำวันละ 1 ครั้ง ได้แก่

- ความแตกต่างของอุณหภูมิในรอบวันโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ max-min มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (°C)
- อุณหภูมิในตู้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (°C)
- ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) วัดโดยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH-meter) ยี่ห้อ TOA รุ่น WQC 20 A
- ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (free carbon dioxide) วัดโดยใช้วิธี titration (Boyd, 1979) มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร
- ค่าความกระด้าง (hardness) วัดโดยวิธี titration (Boyd, 1979) มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร
- ค่าความเป็นด่าง (alkalinity) วัดโดยวิธี titration (Boyd, 1979) มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร
- ปริมาณแอมโมเนียรวม (total ammonia) วัดโดยเครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ HACH รุ่น DR/2010
- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen) วัดโดยใช้วิธี titration ตามวิธีของ Boyd (1979) มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร

และคุณสมบัติของน้ำที่มีการตรวจสอบเพิ่มเติมในช่วงบ่าย (เวลา 15.00 น.) ได้แก่

- อุณหภูมิในตู้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (°C)
- ปริมาณแอมโมเนียรวม (total ammonia) วัดโดยเครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ HACH รุ่น DR/2010
- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen) วัดโดยใช้วิธี titration ตามวิธีของ Boyd (1979) มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร

2.6 ระยะเวลาการทดลอง ใช้เวลาทดลอง 60 วัน หรือจนกว่าดูไข่แดงยุบ

### 3. การศึกษาพัฒนาการของลูกปลาตะพัด

ศึกษาพัฒนาการของลูกปลาตะพัดวัยอ่อน ตั้งแต่ระยะที่เป็นไข่ จนถึงระยะที่ถุงไข่แดงยุบ โดยนำลูกปลาจากตู้ทดลองมาถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายภาพ เพื่อศึกษาพัฒนาการของลูกปลา และใช้กล้องกำลังขยายต่ำเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภายนอกต่างๆ โดยช่วงที่เป็นไข่จะมีการเก็บข้อมูลทุกวัน และเก็บข้อมูลตัวอย่างลูกปลาวัยอ่อนตั้งแต่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ จนกระทั่งลูกปลาได้พัฒนาไปจนถึงไข่แดงถูกใช้หมดไป และรูปร่างภายนอกเหมือนกับปลาเต็มวัย ในวันที่ 1, 2, 3, 5, 7, 10, 12, 15, 19, 23, 27, 32, 37, 42, 47, 52, วัน หรือจนกว่าถุงไข่แดงยุบ

### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 นำข้อมูลความยาว อัตราการรอดตาย และระยะที่ถุงไข่แดงยุบของลูกปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธีแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design) (สุทศน์, 2528) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แปลงข้อมูลอัตราการรอดตาย ระยะเวลาถุงไข่แดงถูกใช้หมดให้อยู่ในรูป arcsine transformation การวิเคราะห์ใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS version 11.5

4.2 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการอนุบาล วิเคราะห์ต้นทุน และผลตอบแทนจากการอนุบาลลูกปลาตะพัดวัยอ่อนที่ควบคุมอุณหภูมิน้ำ 30 และ 27 องศาเซลเซียส และไม่ควบคุมอุณหภูมิน้ำ ตามวิธีที่รายงานไว้โดย ศรารุช และคณะ (2543) ดังนี้

- รายได้ทั้งหมด = จำนวนผลผลิต X ราคาผลผลิตที่จำหน่ายได้
- ต้นทุนทั้งหมด = ต้นทุนผันแปร + ต้นทุนคงที่ (โดยต้นทุนทั้ง 2 ประเภท แบ่งออกเป็นต้นทุนที่เป็นเงินสด และไม่  
เป็นเงินสด)
- ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน = ค่าเสียโอกาสในการนำเงินทุนไปประกอบกิจการอื่นๆ โดยคำนวณจากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน (พ.ศ. 2549 ร้อยละ 4) ของต้นทุน ทุกประเภท
- รายได้เหนือต้นทุนที่เป็นเงินสด = รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนที่เป็นเงินสด
- กำไรสุทธิ = รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนทั้งหมด
- จุดคุ้มทุน (บาท/กก.) =  $\frac{\text{ต้นทุนทั้งหมด (บาท)}}{\text{จำนวนผลผลิต (กก.)}}$
- ผลตอบแทนจากการลงทุน (%) =  $\frac{\text{กำไรสุทธิ} \times 100}{\text{ต้นทุนผันแปร}}$

## ผลการศึกษา

### 1. พัฒนาการของลูกปลาตะพัด

จากการรวบรวมไข่ปลาตะพัดในบ่อเพาะพันธุ์ มาฟักและอนุบาลในตู้กระจก เพื่อศึกษาพัฒนาการของลูกปลาตะพัดวัยอ่อน ตั้งแต่ระยะที่เป็นไข่ ระยะลูกปลาแรกฟัก จนถึงระยะถุงไข่แดงยุบหมด และลูกปลามีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย พบว่าไข่ปลาตะพัดที่รวบรวมได้มีลักษณะกลมขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 12.50 มิลลิเมตร สีเหลือง (ภาพที่ 2) เมื่อนำมาฟักเป็นเวลา 2 วัน สามารถมองเห็นตัวอ่อนที่พัฒนาอยู่ในไข่ โดยมองเห็นตามีขนาดใหญ่สีดำ ลำตัว และส่วนหาง (ภาพที่ 3) และในวันที่ 3 ตัวอ่อนได้พัฒนาขึ้นจนแตกออกจากเปลือกไข่ (ภาพที่ 4) ระหว่างการฟักมีไข่บางส่วนที่เสีย เนื่องจากติดเชื้อแบคทีเรีย มีลักษณะเป็นรอยชำแดง หลังจากนั้นเปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่น และตัวอ่อนภายในไข่ตายในที่สุด เมื่อนำลูกปลาแรกฟักไปทดลองอนุบาลลูกปลาในตู้กระจก เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการของลูกปลาตะพัดวัยอ่อนที่อนุบาลโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 30, 27 องศาเซลเซียส และไม่ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งมีลักษณะการพัฒนารูปของลูกปลาตะพัดวัยอ่อนดังนี้

ลูกปลาอายุ 1 วัน (ภาพที่ 5 a, b และ c) มีขนาดความยาวเฉลี่ย  $12.69 \pm 0.10$ ,  $12.66 \pm 0.04$  และ  $12.69 \pm 0.04$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ลูกปลามีพัฒนาการใกล้เคียงกันทั้ง 3 ชุดการทดลอง โดยมีลักษณะลำตัวเรียวยาว ส่วนหัวมีขนาดใหญ่ แยกออกจากถุงไข่แดงเช่นเดียวกับส่วนหาง ตามีขนาดใหญ่สีดำ ถุงไข่แดงมีลักษณะกลมใหญ่สีเหลือง พบเส้นเลือดกระจายที่ถุงไข่แดงด้านส่วนหัวและหาง

ลูกปลาอายุ 3 วัน (ภาพที่ 6 a, b และ c) มีขนาดความยาวเฉลี่ย  $13.95 \pm 0.29$ ,  $13.83 \pm 0.05$  และ  $13.70 \pm 0.40$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ลูกปลามีพัฒนาการไม่แตกต่างกัน โดยพบตามีขนาดใหญ่พัฒนาดีขึ้น ลำตัวเริ่มมองเห็นมัดกล้ามเนื้อแต่ไม่มีจุดสีปรากฏให้เห็น ส่วนของครีบหูพัฒนาขึ้นมาเป็นแผ่นบางๆ ยังไม่มีก้านครีบ กระดุกปิดกระพุ้งแก้มเริ่มมีการพัฒนา ซึ่งกรงเหงือกเริ่มเจริญ ปากยังไม่ทำงาน พบเชื้อหุ้มลำตัวแนวตั้ง (fin fold) คลุมบริเวณด้านล่างของลำตัว ถุงไข่แดงพบเส้นเลือดกระจายมากขึ้น

ลูกปลาอายุ 5 วัน (ภาพที่ 7 a, b และ c) มีขนาดความยาวเฉลี่ย  $17.20 \pm 0.21$ ,  $16.01 \pm 0.10$  และ  $15.41 \pm 0.14$  มิลลิเมตร ตามลำดับ พบพัฒนาการของลูกปลาในชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส คือ พบตาพัฒนาสมบูรณ์ขึ้น กระดุกปลายหางท่อนสุดท้าย (urostyle) โด้งงอขึ้นด้านบน เชื้อหุ้มลำตัวแนวตั้งที่คลุมยาวตลอดด้านล่าง และส่วนหางเริ่มมีการเปลี่ยนรูปร่างเป็นครีบหาง หรือเรียกว่า caudal fin ปากเริ่มทำงาน ซึ่งต่างจากชุดที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 27 องศาเซลเซียส และไม่ควบคุมอุณหภูมิที่พบลักษณะดังกล่าวในวันที่ 6

ลูกปลาอายุ 7 วัน (ภาพที่ 8 a, b และ c) มีขนาดความยาวเฉลี่ย  $19.81 \pm 1.43$ ,  $16.98 \pm 0.03$  และ  $17.24 \pm 0.23$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ในชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ลูกปลามีขนาดใหญ่แตกต่างจากชุดการทดลองอื่น และพบเม็ดสีที่บริเวณส่วนหัว ส่วนพัฒนาการอย่างอื่น ใกล้เคียงกันคือมี

ลำตัวเรียวยาว ครีบทูเจริญขึ้น จุดสีปรากฏชัดเจนตั้งแต่ส่วนหัวถึงแนวสันหลัง ผนังแดงลดขนาดลง เส้นเลือดกระจายมากขึ้น

ลูกปลาอายุ 12 วัน (ภาพที่ 9 a, b และ c) มีขนาดความยาวเฉลี่ย  $25.41 \pm 0.99$ ,  $24.70 \pm 0.49$  และ  $20.12 \pm 0.26$  มิลลิเมตร ตามลำดับ พบปากมีการพัฒนาของขากรรไกรบนและล่าง ครีบทูเริ่มมีการพัฒนาของก้านครีบทูมากขึ้น ส่วนของแกนของร่างกายในแนวนอนซึ่งต่อไปถูกแทนที่ด้วยกระดูกสันหลัง (notochord) โค้งงอขึ้นขนานกับโครงสร้างลำตัว และจุดสีบนส่วนหัวมีความหนาแน่นมากขึ้น ส่วนจุดสีบนลำตัวมีการรวมตัวเป็นแถบสีเข้ม 2 แถบ ขนานทอดยาวไปตามความยาวลำตัว โดยพบความแตกต่างในชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส คือพบส่วนของเนื้อเยื่อบริเวณท้องซึ่งพัฒนาไปเป็นครีบทูในอนาคต (pelvic bud) แต่ในชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 27 องศาเซลเซียส และไม่ควบคุมอุณหภูมิพบ pelvic bud ในวันที่ 13 และ 14 ตามลำดับ

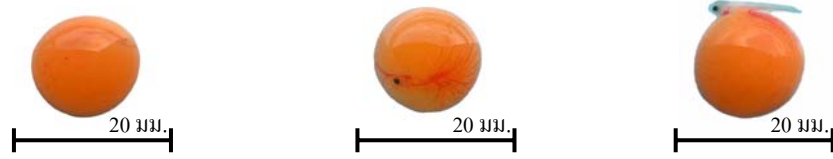
ลูกปลาอายุ 19 วัน (ภาพที่ 10 a, b และ c) มีขนาดความยาวเฉลี่ย  $36.13 \pm 3.03$ ,  $34.02 \pm 0.60$  และ  $29.37 \pm 3.05$  มิลลิเมตร ตามลำดับ พบกระดูกปิดกระดูกฟุ้งแก้ม ขากรรไกรบนและล่างพัฒนาสมบูรณ์ขึ้น ปากเป็นแบบเขี้ยวขึ้นด้านบน เริ่มมีการพัฒนาของเกล็ดเกิดขึ้น โดยพบเกล็ดขนาดใหญ่ที่ลำตัวด้านหน้าและส่วนบน พบช่องเปิดออกสู่ด้านล่างของลำตัวอยู่ด้านหน้าของครีบทู ครีบทูหลัง ครีบทูหาง และครีบทูก้นมีการพัฒนาของก้านครีบทูอ่อนและเริ่มมองเห็นเป็นสีเหลือง โดยชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 และ 27 องศาเซลเซียส บริเวณด้านหน้าสุดของริมฝีปากล่างพบหนวด 1 คู่ และมีพัฒนาการลักษณะภายนอกแตกต่างจากทุกชุดการทดลองที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิอย่างเห็นได้ชัด คือในชุดการทดลองที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ครีบทูหลัง ครีบทูหาง และครีบทูก้น มีการพัฒนาของก้านครีบทูอ่อนแต่ยังไม่เห็นเป็นสีเหลือง ส่วนริมฝีปากด้านล่างพบเพียงตุ่มเล็ก ๆ ซึ่งจะพัฒนาไปเป็นหนวด

ลูกปลาอายุ 27 วัน (ภาพที่ 11 a, b และ c) มีขนาดความยาวเฉลี่ย  $45.63 \pm 1.45$ ,  $46.58 \pm 3.05$  และ  $43.28 \pm 1.88$  มิลลิเมตร พบขากรรไกรบนและล่างพัฒนาสมบูรณ์ จึงมีการพัฒนาสมบูรณ์ข้างละ 2 ช่อง อยู่บริเวณด้านหน้าของลูกตา บริเวณท้องมองเห็นเส้นสีดำที่ต่อไปยังช่องเปิดด้านล่างของลำตัว เกล็ดมีขนาดใหญ่เห็นชัดเจนปกคลุมทั่วลำตัว ด้านหลัง และบริเวณฐานครีบทูหลัง ส่วนบริเวณครีบทูก้นเกล็ดมีขนาดเล็กอยู่ส่วนครีบทูหลัง ครีบทูหาง และครีบทูก้นพัฒนาสมบูรณ์ ครีบทู และครีบทูอกเริ่มมีการพัฒนาของก้านครีบทูอ่อน โดยทั้ง 3 ชุดการทดลองมีพัฒนาการไม่แตกต่างกัน

ลูกปลาอายุ 37 วัน (ภาพที่ 12 a, b และ c) มีขนาดความยาวเฉลี่ย  $61.63 \pm 3.25$ ,  $53.87 \pm 1.52$  และ  $52.83 \pm 0.65$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนหัวกลมกับลำตัวมากขึ้น ครีบทูและครีบทูอกมีการพัฒนาของก้านครีบทูแข็งแรงสมบูรณ์ ผนังแดงมีลักษณะเป็นวงรี และลดขนาดลง โดยทั้ง 3 ชุดการทดลองมีพัฒนาการไม่แตกต่างกันเนื่องจากลูกปลาได้พัฒนาลักษณะภายนอกต่างๆจนเกือบเหมือนตัวเต็มวัยแล้ว

ลูกปลาอายุ 49 วัน (ภาพที่ 12 a, b และ c) มีขนาดความยาวเฉลี่ย  $69.52 \pm 1.24$ ,  $64.82 \pm 0.92$  และ  $62.88 \pm 3.24$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ลูกปลามีพัฒนาการเปลี่ยนรูปร่างไปเหมือนตัวเต็มวัย โดยชุดการทดลองที่

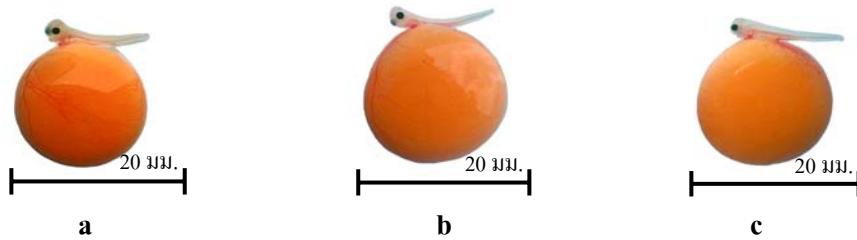
ควบคุมอุณหภูมิ น้ำ 30 องศาเซลเซียส ไข่แดงยุบหมด แต่ในชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิ น้ำ 27 องศาเซลเซียส และไม่ควบคุมอุณหภูมิ ไข่แดงยุบหมดในวันที่ 52 และ 54 ตามลำดับ



ภาพที่ 2 ไข่ปลาตะพัดที่รวบรวมได้

ภาพที่ 3 ไข่ปลาตะพัดฟัก 2 วัน

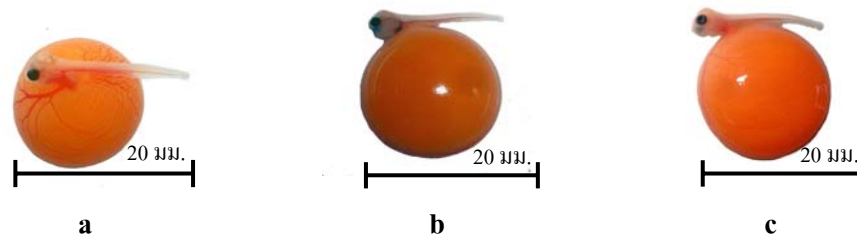
ภาพที่ 4 ลูกปลาตะพัดแรกฟัก



ภาพที่ 5 ลูกปลาอายุ 1 วัน a ควบคุมอุณหภูมิ 30 °C ความยาวลำตัว 12.69±0.10 มม. ไข่แดง 14.68±0.16 มม.

b ควบคุมอุณหภูมิ 27 °C ความยาวลำตัว 12.66±0.04 มม. ไข่แดง 14.85±0.18 มม.

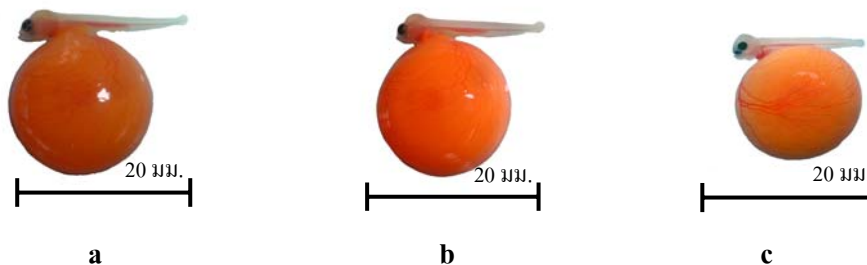
c ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ความยาวลำตัว 12.69±0.04 มม. ไข่แดง 14.77±0.06 มม.



ภาพที่ 6 ลูกปลาอายุ 3 วัน a ควบคุมอุณหภูมิ 30 °C ความยาวลำตัว 15.78±0.03 มม. ไข่แดง 16.31±0.58 มม.

b ควบคุมอุณหภูมิ 27 °C ความยาวลำตัว 14.92±0.05 มม. ไข่แดง 15.25±0.91 มม.

c ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ความยาวลำตัว 15.00±0.17 มม. ไข่แดง 15.04±1.29 มม.

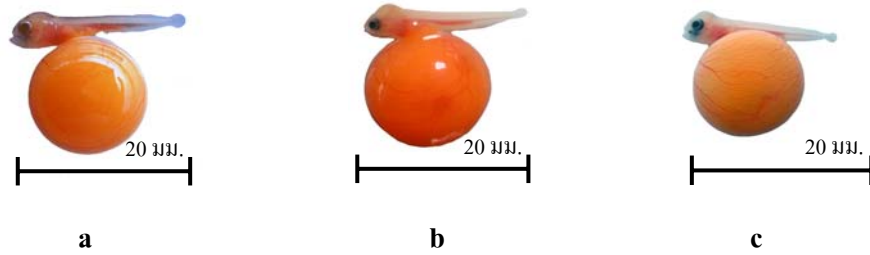


ภาพที่ 7 ลูกปลาอายุ 5 วัน a ควบคุมอุณหภูมิ 30 °C ความยาวลำตัว 17.20±0.21 มม. ไข่แดง 15.87±0.98 มม.

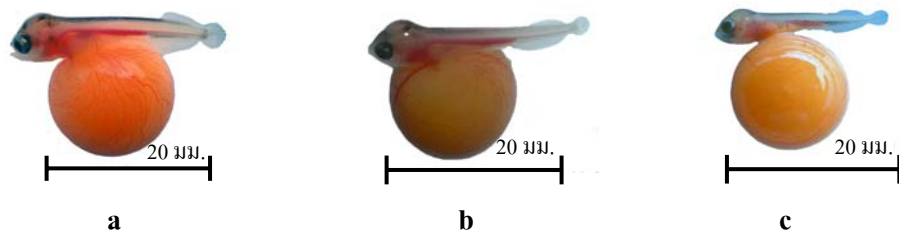
b ควบคุมอุณหภูมิ 27 °C ความยาวลำตัว 16.01±0.10 มม. ไข่แดง 15.46±1.03 มม.

c ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ความยาวลำตัว 15.41±0.14 มม. ไข่แดง 15.23±0.46 มม.

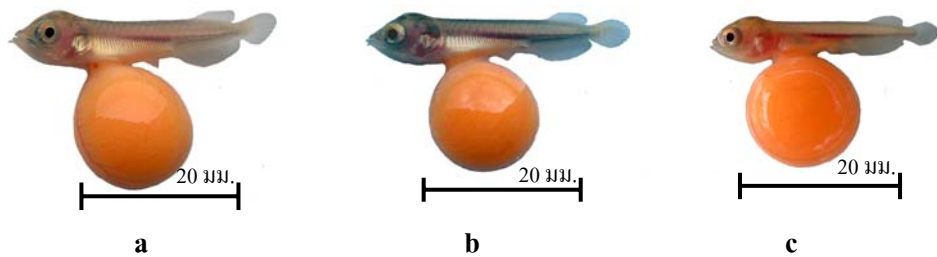




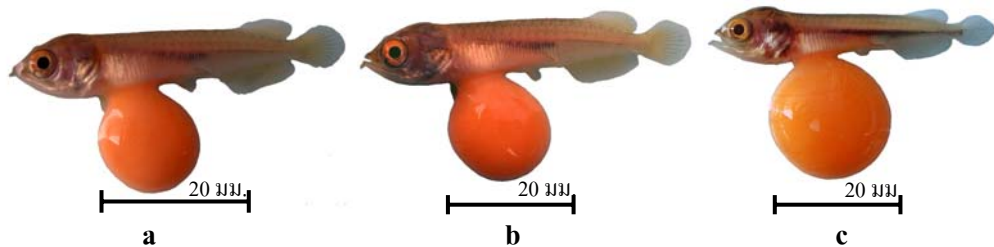
ภาพที่ 8 ลูกปลาอายุ 7 วัน **a** ควบคุมอุณหภูมิ 30 °C ความยาวลำตัว 19.81±1.43 มม. ถุงไข่แดง 14.34±0.91 มม.  
**b** ควบคุมอุณหภูมิ 27 °C ความยาวลำตัว 16.98±0.03 มม. ถุงไข่แดง 13.52±0.74 มม.  
**c** ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ความยาวลำตัว 17.24±0.23 มม. ถุงไข่แดง 13.74±0.66 มม.



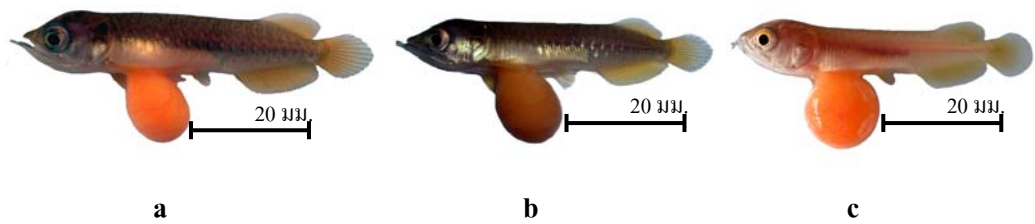
ภาพที่ 9 ลูกปลาอายุ 12 วัน **a** ควบคุมอุณหภูมิ 30 °C ความยาวลำตัว 25.41±0.99 มม. ถุงไข่แดง 14.97±0.70 มม.  
**b** ควบคุมอุณหภูมิ 27 °C ความยาวลำตัว 24.70±0.49 มม. ถุงไข่แดง 14.31±0.80 มม.  
**c** ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ความยาวลำตัว 20.12±0.26 มม. ถุงไข่แดง 13.45±0.60 มม.



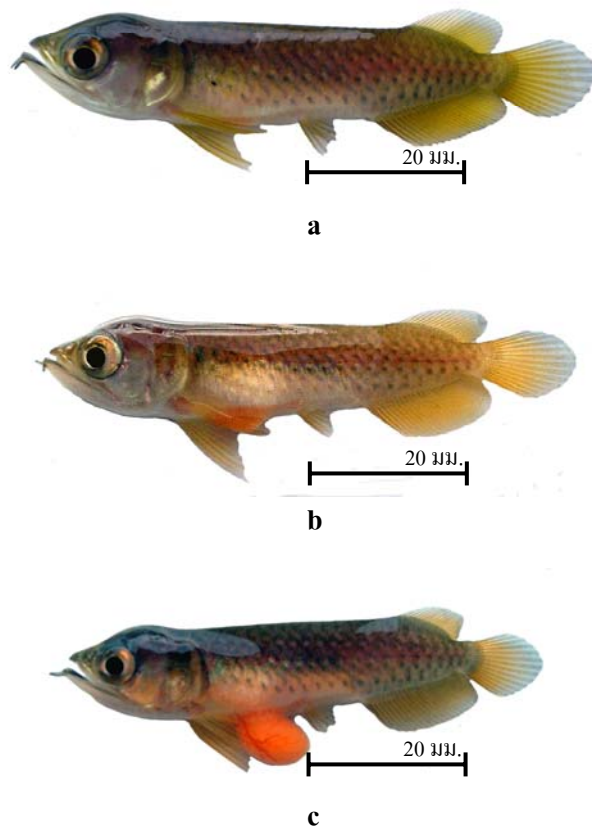
ภาพที่ 10 ลูกปลาอายุ 19 วัน **a** ควบคุมอุณหภูมิ 30 °C ความยาวลำตัว 36.13±3.03 มม. ถุงไข่แดง 13.83±0.19 มม.  
**b** ควบคุมอุณหภูมิ 27 °C ความยาวลำตัว 34.02±0.60 มม. ถุงไข่แดง 14.09±0.36 มม.  
**c** ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ความยาวลำตัว 29.37±3.05 มม. ถุงไข่แดง 13.55±1.26 มม.



ภาพที่ 11 ลูกปลาอายุ 27 วัน **a** ควบคุมอุณหภูมิ 30 °C ความยาวลำตัว 45.63±1.45 มม. ถุงไข่แดง 12.65±0.17 มม.  
**b** ควบคุมอุณหภูมิ 27 °C ความยาวลำตัว 46.58±3.05 มม. ถุงไข่แดง 13.08±0.68 มม.  
**c** ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ความยาวลำตัว 43.28±1.88 มม. ถุงไข่แดง 13.60±0.10 มม.



ภาพที่ 12 ลูกปลาอายุ 37 วัน **a** ควบคุมอุณหภูมิ 30 °C ความยาวลำตัว  $61.63 \pm 3.25$  มม. ถุงไข่แดง  $9.39 \pm 4.06$  มม.  
**b** ควบคุมอุณหภูมิ 27 °C ความยาวลำตัว  $53.87 \pm 1.52$  มม. ถุงไข่แดง  $11.36 \pm 0.74$  มม.  
**c** ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ความยาวลำตัว  $52.83 \pm 0.65$  มม. ถุงไข่แดง  $12.44 \pm 5.79$  มม.



ภาพที่ 13 ลูกปลาอายุ 49 วัน **a** ควบคุมอุณหภูมิ 30 °C ความยาวลำตัว  $69.52 \pm 1.24$  มม. ถุงไข่แดงยุบหมด  
**b** ควบคุมอุณหภูมิ 27 °C ความยาวลำตัว  $64.82 \pm 0.92$  มม. ถุงไข่แดง  $3.04 \pm 0.66$  มม.  
**c** ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ความยาวลำตัว  $62.88 \pm 3.24$  มม. ถุงไข่แดง  $3.56 \pm 0.94$  มม.

## 2. การอนุบาลลูกปลาตะพัด

การทดลองอนุบาลลูกปลาตะพัดวัยอ่อนตั้งแต่วัยแรกฟักในตู้กระจกขนาด 45x90x45 เซนติเมตร โดยใช้ขวดโหลปากเอียง 45 องศาเซลเซียส เป็นอุปกรณ์ในการฟักไข่ 1 ใบต่อตู้ ใส่ลูกปลาจำนวน 10 ตัวต่อโหลต่อตู้ ให้อากาศโดยใช้หัวทราย 1 หัว และใช้สายยางเป่าลมลงในขวดโหล เพื่อให้ไข่เคลื่อนไหว ใส่ยาปฏิชีวนะ (ออกซิเตตราซัยคลิน) เพื่อป้องกันลูกปลาติดเชื้อแบคทีเรียในอัตรา 10 ppm และใช้ฮีเตอร์ ขนาด 150 วัตต์ ชุดการทดลองที่ 1 ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ชุดการทดลองที่ 2 ควบคุมอุณหภูมิที่ 27 องศาเซลเซียส และชุดการทดลองที่ 3 ไม่ใช้ฮีเตอร์ ได้ผลดังนี้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ความยาวเฉลี่ย และขนาดถุงไข่แดงเฉลี่ยของลูกปลาตะพัดที่อนุบาลในตู้กระจกที่อุณหภูมิต่างกัน

วันที่	ความยาวเฉลี่ย (มิลลิเมตร)			ขนาดถุงไข่แดงเฉลี่ย (มิลลิเมตร)		
	อุณหภูมิ 30 °C	อุณหภูมิ 27 °C	ไม่ควบคุม อุณหภูมิ	อุณหภูมิ 30 °C	อุณหภูมิ 27 °C	ไม่ควบคุม อุณหภูมิ
1	12.69±0.10 <sup>a</sup>	12.66±0.04 <sup>a</sup>	12.69±0.04 <sup>a</sup>	14.68±0.16 <sup>a</sup>	14.85±0.18 <sup>a</sup>	14.77±0.06 <sup>a</sup>
2	13.95±0.29 <sup>a</sup>	13.83±0.05 <sup>a</sup>	13.70±0.40 <sup>a</sup>	15.79±0.15 <sup>a</sup>	15.29±1.05 <sup>a</sup>	15.46±0.96 <sup>a</sup>
3	15.78±0.03 <sup>a</sup>	14.92±0.05 <sup>b</sup>	15.00±0.17 <sup>b</sup>	16.31±0.58 <sup>a</sup>	15.25±0.91 <sup>b</sup>	15.04±1.29 <sup>b</sup>
5	17.20±0.21 <sup>a</sup>	16.01±0.10 <sup>b</sup>	15.41±0.14 <sup>c</sup>	15.87±0.98 <sup>a</sup>	15.46±1.03 <sup>a</sup>	15.23±0.46 <sup>a</sup>
7	19.81±1.43 <sup>a</sup>	16.98±0.03 <sup>b</sup>	17.24±0.23 <sup>b</sup>	14.34±0.91 <sup>a</sup>	13.52±0.74 <sup>a</sup>	13.74±0.64 <sup>a</sup>
10	22.98±0.11 <sup>a</sup>	20.52±0.58 <sup>b</sup>	19.26±0.48 <sup>c</sup>	14.94±1.03 <sup>a</sup>	14.04±0.20 <sup>a</sup>	13.42±0.66 <sup>a</sup>
12	25.41±0.99 <sup>a</sup>	24.70±0.49 <sup>a</sup>	20.12±0.26 <sup>b</sup>	14.97±0.70 <sup>a</sup>	14.31±0.80 <sup>a</sup>	13.45±0.60 <sup>b</sup>
15	32.32±0.79 <sup>a</sup>	28.07±0.56 <sup>b</sup>	21.19±0.90 <sup>c</sup>	13.88±1.64 <sup>a</sup>	14.25±0.29 <sup>a</sup>	13.13±0.58 <sup>b</sup>
19	36.13±3.03 <sup>a</sup>	34.02±0.60 <sup>b</sup>	29.37±3.05 <sup>b</sup>	13.83±0.19 <sup>a</sup>	14.09±0.36 <sup>a</sup>	13.55±1.26 <sup>a</sup>
23	41.04±2.67 <sup>a</sup>	37.17±1.64 <sup>b</sup>	36.92±2.57 <sup>b</sup>	13.59±0.60 <sup>ab</sup>	13.14±0.62 <sup>a</sup>	13.79±0.46 <sup>b</sup>
27	45.63±1.45 <sup>a</sup>	46.58±3.50 <sup>a</sup>	43.28±1.88 <sup>a</sup>	12.65±0.17 <sup>a</sup>	13.08±0.68 <sup>ab</sup>	13.60±0.10 <sup>b</sup>
32	52.93±2.52 <sup>a</sup>	48.82±1.27 <sup>b</sup>	47.49±1.58 <sup>b</sup>	11.65±0.55 <sup>a</sup>	12.48±0.53 <sup>b</sup>	13.25±0.57 <sup>c</sup>
37	61.63±3.25 <sup>a</sup>	53.87±1.52 <sup>b</sup>	52.83±0.65 <sup>b</sup>	9.39±4.06 <sup>a</sup>	11.36±0.74 <sup>b</sup>	12.44±0.82 <sup>bc</sup>
42	67.61±2.71 <sup>a</sup>	58.48±2.94 <sup>b</sup>	57.56±3.58 <sup>b</sup>	6.46±2.01 <sup>a</sup>	7.60±0.72 <sup>b</sup>	9.28±1.33 <sup>c</sup>
47	68.74±1.56 <sup>a</sup>	63.50±1.77 <sup>b</sup>	61.27±3.76 <sup>b</sup>	3.56±0.26 <sup>a</sup>	6.73±1.23 <sup>ab</sup>	7.61±1.76 <sup>b</sup>
49	69.52±1.24 <sup>a</sup>	64.82±1.36 <sup>b</sup>	62.88±3.24 <sup>b</sup>	-	3.04±0.66	4.43±0.79
52	-	68.23±1.66	64.89±2.30	-	-	2.74±1.41
54	-	-	67.76±2.24	-	-	-

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

## 2.1 การเจริญเติบโต

ลูกปลาตะพัดวัยอ่อน เริ่มทดลองมีความยาวเฉลี่ย  $12.69 \pm 0.10$ ,  $12.66 \pm 0.04$ , และ  $12.69 \pm 0.04$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ลูกปลาแดงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย  $14.68 \pm 0.16$ ,  $14.85 \pm 0.18$  และ  $14.77 \pm 0.06$  มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่ออนุบาลจนลูกปลาแดงยุบ พบว่าขนาดความยาวของลูกปลามีความสัมพันธ์ผกผันกับขนาดลูกปลาแดง (ภาพที่ 14) โดยวันที่ 1 และ 2 ลูกปลามีการเจริญเติบโตด้านความยาวเฉลี่ย และขนาดลูกปลาแดงเฉลี่ยไม่ต่างกัน เนื่องจากใน 2 วันแรก อุณหภูมิยังไม่ีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกปลามากนัก แต่ในวันที่ 3 ชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส มีขนาดความยาวเฉลี่ย และขนาดลูกปลาแดงเฉลี่ย ต่างจากชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

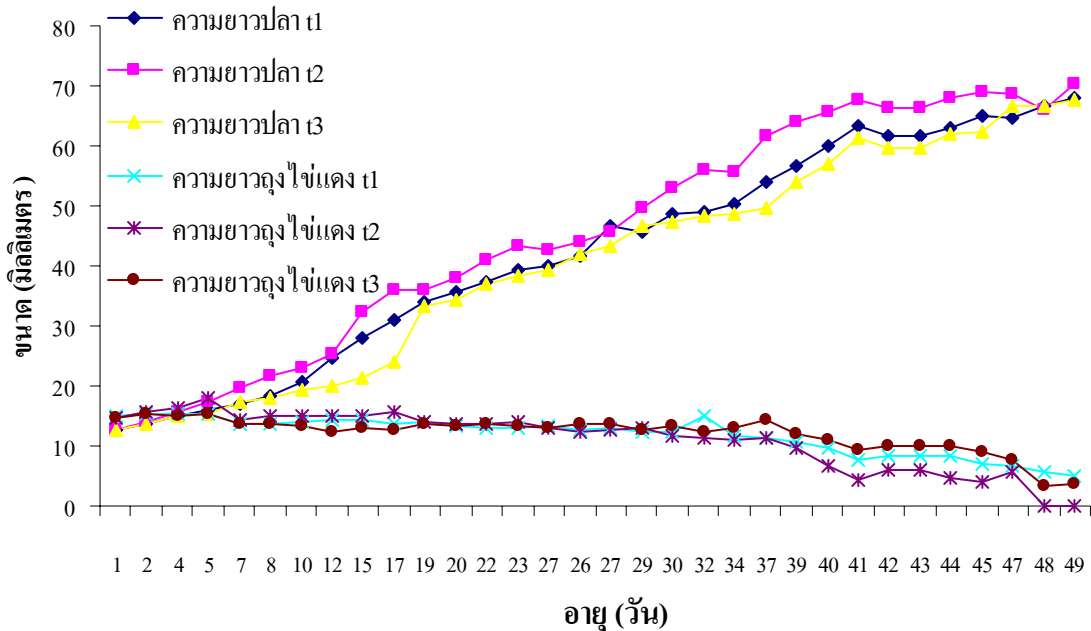
ลูกปลาตะพัดวันที่ 5–10 ชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส มีความยาวเฉลี่ยมากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ และทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แต่ขนาดลูกปลาแดงเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกัน และในวันที่ 12 ลูกปลาในชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 และ 27 องศาเซลเซียส มีความยาวเฉลี่ย และขนาดลูกปลาแดงเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างจากชุดการทดลองที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ลูกปลาตะพัดวันที่ 15 มีความยาวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ทั้ง 3 ชุดการทดลอง และขนาดลูกปลาแดงเฉลี่ยในชุดที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 และ 27 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกัน แต่จะแตกต่างจากชุดที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่ออนุบาลไปถึงวันที่ 19 และ 23 ลูกปลาตะพัดในชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส มีความยาวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 27 องศาเซลเซียส และไม่ควบคุมอุณหภูมิ ส่วนขนาดลูกปลาแดงเฉลี่ย ชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 และ 27 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกันกับชุดที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ลูกปลาอายุ 27 วัน สามารถว่ายน้ำได้ในระยะสั้นๆ และว่ายน้ำออกจากขวดโหล มีขนาดความยาวเฉลี่ย ไม่แตกต่างกัน ทั้ง 3 ชุดการทดลอง เนื่องจากชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ลูกปลาแดงได้ลดขนาดลงมาก ลูกปลาจึงเจริญเติบโตช้าลง ส่วนขนาดลูกปลาแดงเฉลี่ยชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ไม่ต่างกับชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 27 องศาเซลเซียส แต่จะแตกต่างกับชุดการทดลองที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และในวันที่ 32–47 ลูกปลาตะพัดสามารถว่ายน้ำขึ้นมาริมผิวน้ำได้ และเริ่มกินอาหารจากภายนอก โดยชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส สามารถว่ายน้ำขึ้นผิวน้ำได้ก่อน และมีความยาวเฉลี่ย ขนาดลูกปลาแดงเฉลี่ย แตกต่างกับชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 27 องศาเซลเซียส และไม่ควบคุมอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ในวันที่ 49 ลูกปลาในชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส ลูกปลาแดงยุบหมด ลูกปลามีขนาดความยาวเฉลี่ย  $69.52 \pm 1.24$  มิลลิเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับชุดการทดลองอื่น และลูกปลาในชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 27 องศาเซลเซียส ลูกปลาแดงยุบหมดใน

วันที่ 52 ลูกปลามีขนาดความยาวเฉลี่ย  $68.23 \pm 1.66$  มิลลิเมตร ส่วนชุดการทดลองที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิอุ้งไข่ แดงยุบหมดในวันที่ 54 และลูกปลามีขนาดความยาวเฉลี่ย  $67.76 \pm 2.24$  มิลลิเมตร



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวตัวปลาและขนาดของอุ้งไข่แดงของปลาตะพัดวัยอ่อน

## 2.2 อัตราการรอดตาย

จากการศึกษา อัตราการรอดตายของลูกปลาตะพัดวัยอ่อนที่อนุบาลในตู้กระจกเป็นระยะเวลา 54 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปลาตะพัดวัยอ่อน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยที่ลูกปลาอนุบาลด้วยอุณหภูมิน้ำ 30 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายสูงสุด มีค่าเท่ากับ  $66.7 \pm 15.00$  เปอร์เซ็นต์ ส่วนลูกปลาที่อนุบาลด้วยอุณหภูมิน้ำ 27 องศาเซลเซียส และไม่ควบคุมอุณหภูมิ มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ  $50.00 \pm 10.00$  และ  $40.00 \pm 27.00$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 15)

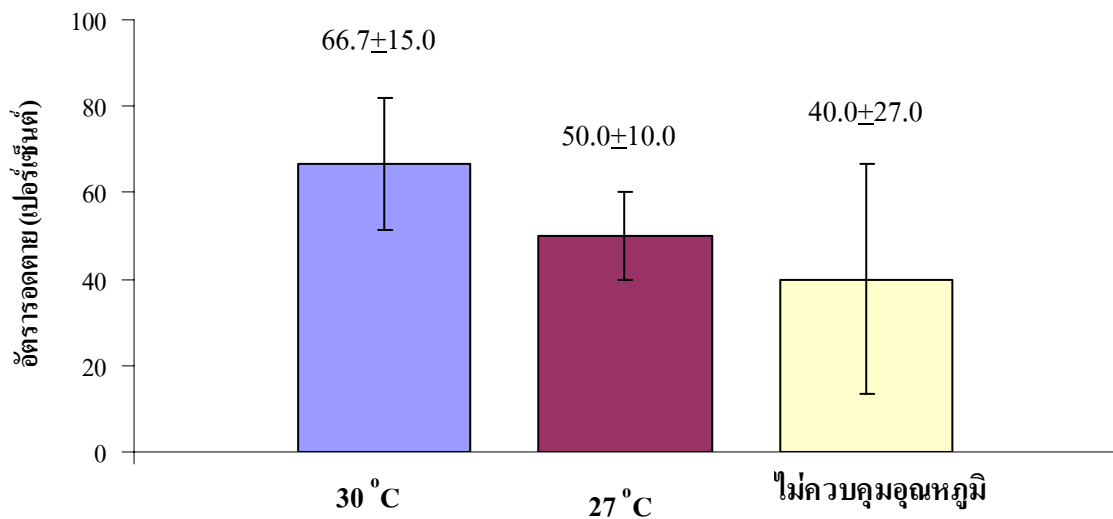
## 2.3 ระยะเวลาอุ้งไข่แดงยุบ

ลูกปลาตะพัดที่อนุบาลโดยวิธีควบคุมอุณหภูมิน้ำ 30, 27 องศาเซลเซียส และไม่ควบคุมอุณหภูมิ มีระยะเวลาเฉลี่ยอุ้งไข่แดงยุบ  $48.7 \pm 0.58$ ,  $52.0 \pm 1.73$  และ  $54.0 \pm 3.61$  ตามลำดับ โดยลูกปลาที่อนุบาลด้วยอุณหภูมิน้ำ 30 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยอุณหภูมิน้ำ 27 องศาเซลเซียส แต่จะต่างกับชุดการทดลองที่อนุบาลโดยไม่ควบคุมอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และลูกปลาที่อนุบาลโดยไม่ควบคุมอุณหภูมิ มีระยะเวลาอุ้งไข่แดงยุบไม่แตกต่างกับลูกปลาที่อนุบาลด้วยอุณหภูมิน้ำ 27 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2 ความยาวเฉลี่ย อัตราอดตายเฉลี่ย และระยะเวลาเฉลี่ยงูไข่แดงยุบ หลังสิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ 30 °C	อุณหภูมิ 27 °C	ไม่ควบคุมอุณหภูมิ
ความยาวเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	69.52±1.24 <sup>a</sup>	68.23±1.66 <sup>a</sup>	67.76±2.24 <sup>a</sup>
อัตราอดตายเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	66.70±15.00 <sup>a</sup>	50.00±10.00 <sup>ab</sup>	40.00±27.00 <sup>b</sup>
ระยะเวลาเฉลี่ยงูไข่แดงยุบ (วัน)	48.7±0.58 <sup>a</sup>	52.0±1.73 <sup>ab</sup>	54.0±3.61 <sup>b</sup>

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p<0.05)



ภาพที่ 15 อัตราอดตายของปลาดุกตัวอ่อน

### 3. คุณภาพน้ำในการอนุบาล

การทดลองอนุบาลลูกปลาดุกตัวอ่อนในตู้กระจก โดยควบคุมอุณหภูมิ 30, 27 องศาเซลเซียส และไม่ควบคุมอุณหภูมิ พบว่า การใช้ฮีตเตอร์เพื่อควบคุมอุณหภูมิ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย 30.55±0.75, 28.90±1.17 และ 26.68±1.24 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีอุณหภูมิน้ำต่ำสุดในรอบวัน 26.91±0.78, 25.75±0.78 และ 25.44±0.78 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

อุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 29.78±1.11, 26.89±0.69 และ 25.61±1.16 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในระหว่าง 6.5-8.2, 6.7-7.7 และ 6.4-7.7 การบ่อนไคออกไซด์อิสระอยู่ระหว่าง 3-10, 4-8 และ 3-10 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ความกระด้างอยู่ระหว่าง 48-124, 50-128 และ 56-118 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตามลำดับ ความเป็นต่างอยู่ระหว่าง 27–43, 22–42 และ 20–44 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำอยู่ระหว่าง 0.16–1.08, 0.48–1.68 และ 0.42–1.72 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 6.2–8.0, 6.2–7.2 และ 6.6–6.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ส่วนคุณภาพน้ำในช่วงบ่าย ได้แก่ อุณหภูมิน้ำเฉลี่ย  $30.30 \pm 0.75$ ,  $27.48 \pm 0.90$  และ  $26.66 \pm 2.14$  องศาเซลเซียส ปริมาณแอมโมเนียอยู่ระหว่าง 0.15–1.64, 0.12–1.88 และ 0.21–1.61 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ระหว่าง 0.15–8.0, 6.2–8.6 และ 4.8–8.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำช่วงเช้าและบ่าย ระหว่างการอนุบาลลูกปลาตะพัดในตู้กระจก

ช่วงเวลา	คุณภาพน้ำ	ชุดการทดลอง		
		อุณหภูมิ 30 °C	อุณหภูมิ 27 °C	ไม่ควบคุมอุณหภูมิ
เช้า	อุณหภูมิน้ำสูงสุดในรอบวัน (°C)	30.55±0.75	28.90±1.17	26.68±1.24
	อุณหภูมิน้ำต่ำสุดในรอบวัน (°C)	26.91±0.76	25.75±0.78	25.44±0.78
	อุณหภูมิน้ำเฉลี่ย (°C)	29.87±1.11	26.89±0.69	25.61±1.16
	ความเป็นกรดเป็นด่าง	6.5–8.2	6.7–7.7	6.4–7.7
	คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (มก./ล.)	3-10	4–8	3–10
	ความกระด้าง (มก./ล.)	48–124	50–128	56–118
	ความเป็นด่าง (มก./ล.)	27–43	22–42	20–44
	แอมโมเนีย (มก./ล.)	0.61–1.08	0.48–1.68	0.42–1.72
	ปริมาณออกซิเจน(มก./ล.)	6.2–8.0	6.2–7.2	6.6–8.8
บ่าย	อุณหภูมิน้ำเฉลี่ย (°C)	30.05±0.75	27.48±0.90	26.66±2.14
	แอมโมเนีย (มก./ล.)	0.15–1.64	0.12–1.88	0.21–1.61
	ปริมาณออกซิเจน(มก./ล.)	5.4–8.0	6.2–8.6	4.8–8.4

#### 4. ต้นทุนและผลตอบแทน

การอนุบาลลูกปลาตะพัดวัยอ่อนในตู้กระจกโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 30 และ 27 องศาเซลเซียส โดยใช้ฮีทเตอร์ ขนาด 150 วัตต์ เป็นแหล่งให้ความร้อนนั้น ในเวลากลางคืนอุณหภูมิน้ำต่ำ ทำให้ฮีทเตอร์ทำงานเกือบตลอดเวลาเพื่อรักษาอุณหภูมิไว้ แต่ในกลางวันเมื่ออุณหภูมิได้ระดับที่ตั้งไว้ ฮีทเตอร์จึงหยุดทำงาน ทำให้กินไฟน้อยลง ดังนั้นการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการอนุบาลลูกปลาตะพัดวัยอ่อน โดยการควบคุมอุณหภูมิเปรียบเทียบกับการไม่ควบคุมอุณหภูมิ ค่ากระแสไฟฟ้าจึงเป็นตัวแปรหลักในการวิเคราะห์การควบคุมอุณหภูมิว่าคุ้มทุนหรือไม่ ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า ต้นทุนส่วนใหญ่คือ ต้นทุนผันแปร โดยการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิ 30, 27 องศาเซลเซียส และไม่ควบคุมอุณหภูมิ มีต้นทุนทั้งหมดที่ 7,355.44 7,393.67 และ 7,348.00 บาทต่อตู้ ตามลำดับ และมีต้นทุนต่อตัว 1,050.78 1,478.78 และ 1,873.00 บาท ตามลำดับ เมื่อจำหน่ายลูกปลาในแต่ละชุดการทดลอง ตามราคาที่กรมประมงกำหนดไว้คือ 1,200 บาทต่อตัว ทำให้ชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีกำไรสุทธิ 1,044.56 บาท และชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ขาดทุน 1,393.67 บาท ส่วนชุดที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ขาดทุน 2,548.00 บาท ตามลำดับ และมีผลตอบแทนต่อการลงทุน ร้อยละ 14.40, -19.11 และ -35.09 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)



ตารางที่ 4 ต้นทุนและผลตอบแทนการอนุบาลลูกปลาดุกที่เพาะในตู้กระจกโดยควบคุมอุณหภูมิ และไม่ควบคุมอุณหภูมิ

รายละเอียดต้นทุน	ชุดการทดลอง					
	อุณหภูมิ 30 °C		อุณหภูมิ 27 °C		ไม่ควบคุมอุณหภูมิ	
	บาท	%	บาท	%	บาท	%
<b>ต้นทุนทั้งหมด</b>	<b>7,355.44</b>	<b>100</b>	<b>7,393.67</b>	<b>100</b>	<b>7,348.00</b>	<b>100</b>
- ต้นทุนคงที่	100.31	1.36	100.31	1.36	86.48	1.18
- ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ (เช่น ฮีทเตอร์)	99.64	1.35	99.74	1.35	85.94	1.17
- ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	0.67	0.01	0.57	0.01	0.54	0.01
- ต้นทุนผันแปร	<b>7,255.13</b>	<b>98.64</b>	<b>7,293.36</b>	<b>98.64</b>	<b>7,261.52</b>	<b>98.82</b>
- ค่าพันธุ์ปลา (ตัวละ 427.05 บาท ตารางผนวกที่ 1)	4,270.50	58.06	4,270.50	57.76	4,270.50	58.12
- ค่าแรงงาน						
- ค่าแรงนักวิชาการ (วันละ 1 ชั่วโมง)	1,693.93	23.03	1,797.64	24.31	1,866.33	25.41
- ค่าแรงคนงาน (วันละ 1 ชั่วโมง)	956.28	13.00	1,015.04	13.73	1,054.08	14.35
- ค่าไฟฟ้า						
- ค่าแอร์ปั๊ม	26.73	0.36	28.37	0.38	29.46	0.40
- ค่าเครื่องทำความร้อน	267.03	3.63	140.48	1.90	0	0
- ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	41.11	0.56	41.33	0.56	41.15	0.56
ผลผลิตรวม (ตัว/ตู้)	7.00		5.00		4.00	
ต้นทุนต่อตัว (บาท/ตัว)	1,050.78		1,478.73		1,873.00	
ราคาจำหน่าย (บาท/ตัว)	1,200.00		1,200.00		1,200.00	
รายได้ทั้งหมด (บาท/ตู้)	8,400.00		6,000.00		4,800	
รายได้สุทธิ	1,144.87		-1,293.36		-2,461.52	
กำไรสุทธิ	1,044.56		-1,393.67		-2,548.00	
ผลตอบแทนการลงทุน	14.40		-19.11		-35.09	

หมายเหตุ - ค่าพันธุ์ปลาคิดจากไข่หรือลูกปลานขนาดเล็กที่รวบรวมได้จากบ่อดิน (ตารางผนวกที่ 1)  
 - อัตราดอกเบี้ยเงินฝาก 4 % ต่อปี  
 - ค่าจ้างนักวิชาการ เดือนละ 7,260 บาท ชั่วโมงละ 34.57 บาท  
 - ค่าจ้างคนงาน เดือนละ 4,100 บาท ชั่วโมงละ 19.52 บาท ทำงาน 7 ชั่วโมง/วัน (08.30–16.30 น.)

## สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองอนุบาลลูกปลาตะพัดวัยอ่อนโดยการควบคุมอุณหภูมิน้ำพบว่า อุณหภูมิมีผลต่อการพัฒนาของลูกปลาตะพัดวัยอ่อน โดยไข่ปลาตะพัดที่ฟักออกเป็นตัวในระยะลูกปลาวัยอ่อน (larval phase) เมื่อควบคุมอุณหภูมิให้สูงขึ้น (30 องศาเซลเซียส) ลูกปลาใช้เวลา 49 วัน ไข่แดงยุบหมดและมีลักษณะภายนอกเหมือนตัวเต็มวัย ซึ่งต่างจากชุดที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิที่ใช้เวลานานถึง 54 วัน สอดคล้องกับ Arul (1991) อ้างโดย บรรจง และคณะ (2535) ที่รายงานไว้ว่า ไข่ของปลาช่อนที่ฟักตัวที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 36 ชั่วโมง ในขณะที่การฟักไข่ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ไข่จะฟักออกเป็นตัวเร็วกว่าเดิมถึง 6 ชั่วโมง การพัฒนาการของลูกปลาตะพัดวัยอ่อนต่างจากลูกปลาวัยอ่อนทั่วไปที่มีพัฒนาการจากระยะไข่เป็นระยะลูกปลาวัยอ่อนระยะแรกที่ยังมีถุงไข่แดงปรากฏอยู่ (yolk sac stage) ลูกปลามีการพัฒนาของอวัยวะต่างๆ เมื่อถุงไข่แดงยุบเข้าสู่ระยะลูกปลาวัยอ่อนระยะแรก (laval stage) และลูกปลาวัยอ่อนระยะหลัง (post laval stage) แล้วเข้าสู่ระยะลูกปลานขนาดเล็ก (juvenile phase) (อภิชาติ, 2546) โดยปลาแขยงนวลใช้เวลา 50 วัน ที่อุณหภูมิ 28.1–28.2 องศาเซลเซียส (ธีรวัฒน์ และคณะ, 2550) ปลาหมอช้างเหยียบใช้เวลา 29 วัน ที่อุณหภูมิ 28–29 องศาเซลเซียส (บรรจง และคณะ, 2535) และปลาเก๋าเสือใช้เวลา 39 วัน ที่อุณหภูมิ 29–30 องศาเซลเซียส (อาคม และคณะ, 2546) แต่ลูกปลาตะพัดเมื่อถุงไข่แดงยุบลูกปลาเข้าสู่ระยะลูกปลานขนาดเล็ก (juvenile phase) ซึ่งเหมือนกับปลาโรวานาที่ใช้เวลา 45 วัน ที่อุณหภูมิ 25.6–28.4 องศาเซลเซียส (นพดล และคณะ, 2549) และสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ระยะไข่ (egg phase หรือ incubation period) ที่เริ่มจากไข่ได้รับการปฏิสนธิแล้วพัฒนาเป็นตัวอยู่ในเปลือกไข่จนฟักออกเป็นตัว ใช้เวลา 2–5 วัน (ภาพที่ 2–3)

ระยะที่ 2 ลูกปลาวัยอ่อนระยะแรก เริ่มตั้งแต่แรกฟัก (just hatch larvae) ซึ่งลูกปลามีลักษณะลำตัวเรียวยาว ส่วนหัวและหางแยกออกจากถุงไข่แดง ตามีขนาดใหญ่สีดำ ส่วนของครีบพัฒนาขึ้นมาเป็นแผ่นบางๆ แต่ยังไม่มีการงอกซี่กรงเหงือกยังไม่เจริญและปากยังไม่ทำงาน พบเยื่อหุ้มลำตัวแนวตั้ง (fin fold) คลุมที่บริเวณด้านล่างของลำตัว และสิ้นสุดระยะนี้เมื่อกระดูกปลายหางท่อนสุดท้าย (urostyle) โด้งงอขึ้นด้านบนแต่ยังมีถุงไข่แดงขนาดใหญ่อยู่ใช้เวลา 5 วัน (ภาพที่ 4–7)

ระยะที่ 3 ลูกปลาวัยอ่อนระยะหลัง (post laval stage) ลูกปลาระยะนี้เริ่มขึ้นหลังจากกระดูกปลายหางโด้งงอไปแล้ว และปากเริ่มทำงาน ลูกปลามีการพัฒนาอวัยวะต่างๆ สมบูรณ์ขึ้น ครีบทุกครีบพัฒนาโดยเริ่มจากครีบหลัง ครีบหางและครีบกันมีการสร้างก้านครีบอ่อนก่อน ส่วนก้านครีบแข็งมีการสร้างขึ้นพร้อมกับการเกิด ครีบอก ส่วนครีบหูไม่มีการพัฒนาของก้านครีบแข็งก่อน และเป็นครีบที่เกิดขึ้นมาพร้อมกับปลาแต่พัฒนาหลังสุด ในขณะที่เกิดมีขนาดใหญ่ขึ้นปกคลุมทั่วตัวด้านหลังและบริเวณฐานครีบต่างๆ จนสมบูรณ์เมื่อถุง ไข่แดงถูกใช้หมดไปจึงสิ้นสุดระยะนี้ใช้เวลา 48 วัน (ภาพที่ 8–12)

ระยะที่ 4 ลูกปลานขนาดเล็ก (juvenile phase) เข้าสู่ระยะนี้เมื่อถุง ไข่แดงยุบหมดลูกปลาพัฒนาผ่านการเปลี่ยนรูปร่างมาแล้วจนมีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย ใช้เวลา 49 วัน (ภาพที่ 13)

ซึ่งระยะต่างๆนี้สอดคล้องกับ เทียนทอง (2534ก) ที่ได้แบ่งระยะของลูกปลาวัยอ่อนเป็น 4 ระยะ โดยใช้เวลาพัฒนา 35–49 วัน และมณฑิรา และคณะ (2547) ที่แบ่งลูกปลาตะพัดเป็น 4 ระยะได้แก่ ลูกปลา ระยะที่มีถุงไข่แดง (yolk sac stage) ลูกปลาวัยอ่อนระยะแรก (pre larval stage) ลูกปลาวัยอ่อนระยะหลัง (post larval stage) และลูกปลานาขนาดเล็ก (juvenile stage)

ส่วนการอนุบาลลูกปลาตะพัดระยะลูกปลาวัยอ่อนในตู้กระจก ลูกปลาที่อนุบาลโดยควบคุมอุณหภูมิ ได้ผลดีกว่าไม่ควบคุมอุณหภูมิ โดยพิจารณาจากอัตราการรอดตาย และระยะเวลาถุงไข่แดงยุบซึ่งมีความสัมพันธ์กัน เพราะลูกปลาที่ถุงไข่แดงยุบช้ามีโอกาสติดเชื้อบริเวณถุงไข่แดงได้ง่าย ลักษณะการติดเชื้อมีรอยข้ำสีแดงที่ถุงไข่แดงหลังจากนั้นเปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่น และแตก แล้วปลาดายในที่สุด ทำให้ชุดการทดลองที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิ มีอัตราการรอดตาย  $40.00 \pm 27.00$  เปอร์เซ็นต์ แต่ชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายสูงถึง  $66.70 \pm 15.00$  เปอร์เซ็นต์ และสูงกว่าเมื่อเทียบกับการทดลองอนุบาลลูกปลาโรวานาที่เก็บลูกปลาในระยะที่ 2 (ขนาด 1–2 เซนติเมตร) มาอนุบาลโดยวิธีเดียวกันแต่ไม่ควบคุมอุณหภูมิมีอัตราการรอดตาย  $55.65 \pm 2.47$  เปอร์เซ็นต์ (นพดล และคณะ, 2549)

สำหรับคุณสมบัติน้ำระหว่างการทดลองนั้น พบว่าทุกชุดการทดลองอยู่ในเกณฑ์ปกติ โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 6.4–8.2 ค่าออกซิเจนละลายน้ำอยู่ระหว่าง 5.4–8.8 ppm ค่าความเป็นด่างอยู่ระหว่าง 20–44 ppm ส่วนค่าความกระด้างมีความผันแปรมากทุกชุดการทดลองอยู่ระหว่าง 48–128 ppm และค่าแอมโมเนียมีค่าอยู่ระหว่าง 0.12–1.88 ppm ซึ่งมันลิน และไพพรรณ (2544) ได้รายงานว่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำควรมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ในช่วง 6.50–9.00 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ไม่น้อยกว่า 5 ppm ค่าความเป็นด่าง ไม่น้อยกว่า 20 ppm ค่าความกระด้าง ไม่น้อยกว่า 20 ppm และค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียรวมอาจสูงถึง 3.1 ppm ได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อปลา

ต้นทุนและผลตอบแทนจากการอนุบาลลูกปลาตะพัดวัยอ่อนในตู้กระจก ชุดที่ควบคุมอุณหภูมิมิมีต้นทุนต่ำกว่าชุดที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิ ถึงแม้มีค่าใช้จ่ายค่าเสื่อมของฮีตเตอร์และค่ากระแสไฟฟ้าแต่ยังต่ำกว่าค่าแรงงานที่ใช้้น้อยกว่า เนื่องจากชุดที่ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีระยะเวลาอนุบาลน้อยกว่าชุดที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิ 6 วัน และอัตราการรอดตายที่สูงกว่าทำให้รายได้ทั้งหมดสูงถึง 8,400 บาท ส่งผลให้มีกำไรสุทธิ 1,044.56 บาทต่อตู้ ส่วนชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายต่ำทำให้ขาดทุน 1,393.67 บาทต่อตู้ และชุดที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิจากขาดทุน 2,548.00 บาทต่อตู้ ดังนั้นจากการทดลองสรุปได้ว่า การอนุบาลลูกปลาตะพัดวัยอ่อนในตู้กระจกควรควบคุมอุณหภูมิน้ำที่ 30 องศาเซลเซียส เพราะลูกปลามีการเจริญเติบโตดี ถุงไข่แดงยุบเร็ว ซึ่งเป็นการลดการติดเชื้อแบคทีเรีย ทำให้มีอัตราการรอดตายสูง และมีผลตอบแทนจากการลงทุนสูงอีกด้วย

## เอกสารอ้างอิง

- ชวลิต วิทยานนท์. 2545. พรรณปลาในพื้นที่พรุของประเทศไทย. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 136 หน้า.
- นพดล จินดาพันธ์, สุวีณา บานเย็น และ อภิชาติ เดิมวิชากร. 2549. การเพาะพันธุ์และพัฒนาการของลูกปลาโอโรวานา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 78/2006. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 36 หน้า.
- เทียนทอง อยู่เวชวัฒนา. 2534ก. การเพาะพันธุ์ปลาตะพัดสีเงินพันธุ์ไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2534. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 20 หน้า.
- เทียนทอง อยู่เวชวัฒนา. 2534ข. การเพาะพันธุ์ปลาตะพัดสีทองสายพันธุ์อินโดนีเซียโดยวิธีเลียนแบบธรรมชาติ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2534. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 20 หน้า.
- เทียนทอง อยู่เวชวัฒนา, สง่า ลีสง่า และ สอหมาด โต๊ะประคู่. 2536. การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของปลาตะพัดวัยอ่อน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 19/2536. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 11 หน้า.
- ธีรวัฒน์ สัมภวมานะ, สุวีณา บานเย็น และ นพดล จินดาพันธ์. 2550. การเพาะพันธุ์ปลาแขยงนวล. เอกสารวิชาการฉบับที่ 17/2550. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 24 หน้า.
- บรรจง จำนงคิตธรรม, บุญช่วย ชาวปากน้ำ และ สมบูรณ์ นวลศรี. 2535. คัพภวิทยาของปลาหมอช้างเหยียบ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2535. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดกาญจนบุรี, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 19 หน้า.
- มณฑิรา เปี่ยมทิพย์มนัส, จินตนา ช่างยืน, อภิชาติ เดิมวิชากร และ สิริวรรณ สุขศรี. 2547. การจำแนกวงศ์และสกุลของลูกปลาหมอในลำดับกราย-ตะพัด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 57/2547. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด, กรมประมง. 37 หน้า.
- มันสิน ดัฒนกุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2544. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่ออนุบาลปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 319 หน้า.
- สมโภชน์ อัคระทวีวัฒน์ และ กาญจนรี พงษ์ฉวี. 2543. อนุกรมวิธานของปลาสวยงามเพื่อการส่งออกของประเทศไทย. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 214 หน้า.
- สุทัศน์ สิริ. 2528. เทคนิคการวางแผนทดลองการวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่. 211 หน้า.

- ศราวุธ เจ๊ะโสภา, สันทนา สรรเสริญ และ สุรชาติพิทย์ ทิพย์วงศ์. 2543. วิเคราะห์ผลผลิต ต้นทุน และผลตอบแทนของการเลี้ยงปลากดเหลืองในบ่อที่เคยเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 2/2543. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดสงขลา, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 18 หน้า.
- อภิชาติ เต็มวิชชากร. 2546. ลูกปลาน้ำจืดวัยอ่อน. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด, กรมประมง. 130 หน้า.
- อาคม สิงหนุญ, ไพบุญย์ บุญลิปตานนท์ และ สามารถ เศษสถิตย์. 2546. พัฒนาการคัพภะและลูกปลาวัยอ่อนของปลาเก๋าเสือ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 28/2546. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 29 หน้า.
- อุดมชัย อากากุลอนู และ สมบัติ สมพงษ์. 2530. การสำรวจพันธุ์ปลาทะพัดในเขื่อนเชี่ยวหลานจังหวัดสุราษฎร์ธานี. รายงานประจำปี 2530. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 25 หน้า.
- Boyd, C. E. 1979. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University. 359 pp.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 รายละเอียดต้นทุนการเพาะปลาดูแลในบ่อดิน

รายละเอียดต้นทุน	บาท	หมายเหตุ
<b>การเพาะพันธุ์</b>		
- ค่าพ่อแม่พันธุ์ (ตัวละ 1,500 บาท)x( 10 คู่/บ่อ) อายุการใช้งาน 5 ปี	16,000.00	- ต้องขุนพ่อแม่พันธุ์ ประมาณ 1 ปี จึง เหมาะสมให้ไข่ได้
- ค่าอาหารพ่อแม่พันธุ์ (นน.เฉลี่ย 1 กก./ตัวx 20 ตัวx อาหาร 7.5% ของ นน./วัน ปลาเบ็ดราคา18 บาท/กก.)	8,760.00	
- ค่าเสื่อมบ่อ (ค่าชุดบ่อ16,000 บาท/บ่อขนาด 1ไร่ อายุใช้งาน 15 ปี)	1,066.67	
- ค่าสาธารณูปโภค (ค่าเปลี่ยนถ่ายน้ำ 4 ครั้ง/ปี)	400.00	
- ค่าแรงนักวิชาการ (1 ปี)		- ค่าจ้างนักวิชาการ
- เชื้ออาหารวันละ 10 นาที/วัน (วันเว้นวัน)	2,080.50	เดือนละ 7,260 บาท
- วิเคราะห์คุณสมบัติน้ำดีปลาดีละ 1 ครั้งๆละ 1 ชม.	1,797.64	ชั่วโมงละ 34.57 บาท
- รวบรวมไข่ปลา (2 ครั้ง/ปี ครั้งละ 3 ชม.)	201.42	
- ค่าแรงคนงาน (1 ปี)		- ค่าจ้างคนงาน
- เตรียมอาหารและให้อาหารวันละ 30 นาที	3,562.40	เดือนละ 4,100 บาท
- สังเกตพฤติกรรมวางไข่ (วันละ 30 นาที) ทุกวัน 6 เดือน	1,781.20	ชั่วโมงละ 19.52 บาท
- ค่าแรงลากอวนเช็กไข่ปลา (6 คนๆละ 3 ชม./ครั้ง รวม 4 ครั้ง)	702.72	ทำงาน 7 ชั่วโมง/วัน
- ค่าแรงตัดหญ้าบ่อพ่อแม่พันธุ์ (ครั้งละ 2 ชม./ครั้ง รวม 4 ครั้ง)	936.96	(08.30 – 16.30 น.)
- เปลี่ยนถ่ายน้ำ (4 ครั้ง/ปี ครั้งละ 6 ชม.)	468.48	
<b>รวมต้นทุนเพาะพันธุ์</b>	<b>11,704.04</b>	
จำนวนลูกปลา 4 รุ่น (ตัว) (ลูกปลา 1 รุ่นมี 20 ตัว)	80	
ต้นทุน/ตัว	427.05	