

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๓๔/๒๕๕๔



Technical Paper No. 34/2011

การเพาะและอนุบาลปลาตะเพียนจุด

Breeding and Nursing of *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842)

สิริฉัตร สุนทรวิภาต

Sirichat Soonthornvipat

พงษ์พันธ์ สุนทรวิภาต

Phongphan Soonthornvipat

วิวัฒน์ ประรอมภ์

Wiwat Prarom

อภิชาติ เต็มวิชากร

Apichart Termvidchakorn

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด

Inland Fisheries Research and Development Bureau

กรมประมง

Department of Fisheries

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๓๔/๒๕๕๔



Technical Paper No. 34/2011

การเพาะและอนุบาลปลาตะเพียนจุด

Breeding and Nursing of *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842)

สิริฉัตร สุนทรวิภาต

Sirichat Soonthornvipat

พงษ์พันธ์ สุนทรวิภาต

Phongphan Soonthornvipat

วิวัฒน์ ประรอมภ์

Wiwat Prarom

อภิชาติ เต็มวิชากร

Apichart Termvidchakorn

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพะเยา

Phayao Inland Fisheries Research and

Development Center

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด

Inland Fisheries Research and Development Bureau

กรมประมง

Department of Fisheries

๒๕๕๔

2011

รหัสทะเบียนวิจัย 54-0576-54087



ชื่อไทย

ปลาตะเพียนจุด

ชื่อวิทยาศาสตร์

Puntius binotatus (Valenciennes, 1842)

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	3
คำนำ	5
วัตถุประสงค์	5
วิธีดำเนินการ	6
1. การวางแผนการทดลอง	6
2. วิธีดำเนินการ	7
3. การวิเคราะห์ข้อมูล	9
ผลการศึกษา	10
1. การเพาะพันธุ์	10
2. พัฒนาการของกัฟพะและลูกปลาตะเพียนจืดวัยอ่อน	12
3. การอนุบาลลูกปลาตะเพียนจืดวัยอ่อนด้วยอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน	23
สรุปและวิจารณ์ผล	28
เอกสารอ้างอิง	31
ภาคผนวก	34

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ย (mean±SD) ของความยาวแม่พันธุ์ น้ำหนักแม่พันธุ์ น้ำหนักไข่ต่อแม่ จำนวนไข่ต่อไข่ 1 กรัม และจำนวนไข่ต่อแม่จากการประเมินความคกไข่ปลาตะเพียนจุด	11
2	ค่าเฉลี่ย (mean±SD) ของอัตราการตกไข่ น้ำหนักไข่ที่รีดได้ จำนวนไข่ทั้งหมดต่อแม่ อัตราการปฏิสนธิ อัตราการฟัก และอัตราการรอดตายจากการเพาะพันธุ์ปลาตะเพียนจุดโดยใช้ความเข้มข้นของ Bus ในระดับต่างๆ กัน (ฉีดครั้งเดียว)	11
3	คุณสมบัติของน้ำระหว่างการฟักไข่ปลาตะเพียนจุดจากการเพาะพันธุ์ปลาตะเพียนจุดโดยใช้ความเข้มข้นของ Bus ในระดับต่างๆ กัน (ฉีดครั้งเดียว)	12
4	พัฒนาการของคัพพะปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน	12
5	พัฒนาการของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน	16
6	ค่าเฉลี่ย (mean±SD) ของความยาวเริ่มต้น น้ำหนักเริ่มต้น ความยาวสุดท้าย น้ำหนักสุดท้าย ความยาวเพิ่มต่อวัน น้ำหนักเพิ่มต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนัก และอัตราการรอดตาย จากการอนุบาลลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน อายุ 5 วัน ในอัตราความหนาแน่นแตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 30 วัน	24
7	คุณสมบัติของน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน อายุ 5 วัน ในอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน เป็นระยะเวลา 30 วัน	27
ตารางผนวกที่		
1	ความยาว น้ำหนัก น้ำหนักไข่ และจำนวนไข่ของแม่ปลาตะเพียนจุด	34
2	ความยาวและน้ำหนักของพ่อแม่พันธุ์ เวลาตกไข่ อัตราการตกไข่ น้ำหนักไข่ที่รีดได้ และจำนวนไข่ทั้งหมดต่อแม่จากการเพาะพันธุ์ปลาตะเพียนจุดโดยใช้ความเข้มข้นของ Bus ในระดับต่างๆ กัน (ฉีดครั้งเดียว)	35
3	อัตราการปฏิสนธิ อัตราการฟัก และอัตราการรอดตายจากการเพาะพันธุ์ปลาตะเพียนจุด โดยใช้ความเข้มข้นของ Bus ในระดับต่างๆ กัน (ฉีดครั้งเดียว)	36
4	เส้นผ่านศูนย์กลางไข่ปลาตะเพียนจุดก่อนสัมผัสน้ำและหลังสัมผัสน้ำ	37
5	สัดส่วนของแอมโมเนียอิสระในสารละลายที่อุณหภูมิและ pH ต่างๆ กัน	38

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	พัฒนาการของคัพภะปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน	15
2	พัฒนาการของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน	19
3	ความยาวเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 30 วัน	24
4	ความยาวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (มิลลิเมตรต่อวัน) ของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 30 วัน	25
5	น้ำหนักเฉลี่ย (มิลลิกรัม) ของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 30 วัน	25
6	น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (มิลลิกรัมต่อวัน) ของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 30 วัน	26
7	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะค่าน้ำหนักเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 30 วัน	26
8	อัตราการรอดตายเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 30 วัน	27
ภาพผนวกที่		
1	ลักษณะโครงสร้างภายนอก (morphometric character) ของลูกปลาในวงศ์ย่อยปลาตะเพียน (Subfamily Cyprininae) ในระยะต่างๆ	39
2	พ่อแม่พันธุ์ปลาตะเพียนจุด	40
3	ผ่าช่องท้องเพื่อศึกษาความคอกของไข่ปลาตะเพียนจุด	40
4	รีดไข่แม่ปลาตะเพียนจุด	41
5	รีดน้ำเชื้อพ่อปลาตะเพียนจุดผสมกับไข่	41
6	ตู้ฟักไข่ปลาตะเพียนจุด	42
7	การศึกษาขนาดปากลูกปลา	42

การเพาะและอนุบาลปลาตะเพียนจุด

สิริฉัตร สุนทรวิภาต^๑ พงษ์พันธ์ สุนทรวิภาต^{๒*}

วิวัฒน์ ประรามภัก^๒ และอภิชาติ เต็มวิซชากร^๓

^๑ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเชียงใหม่

^๒ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพะเยา

^๓สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด

บทคัดย่อ

การเพาะและอนุบาลปลาตะเพียนจุด *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842) ทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพะเยา ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2554 โดยศึกษาความอดทนของไข่ปลาตะเพียนจุดจากตัวอย่างปลาตะเพียนจุดเพศเมีย จำนวน 15 ตัวอย่าง มีความยาวเฉลี่ย 12.63 ± 0.64 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 37.19 ± 3.76 กรัม พบว่า น้ำหนักไข่ต่อแม่ เฉลี่ยเท่ากับ 5.89 ± 1.22 กรัม จำนวนไข่ต่อไข่ 1 กรัมเฉลี่ยเท่ากับ $1,925 \pm 234$ ฟอง จำนวนไข่ต่อแม่เฉลี่ย $11,332 \pm 2,353$ ฟอง นีคลิกระดุนแม่พันธุ์จำนวน 18 ตัว ความยาวเฉลี่ย 12.69 ± 0.23 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 35.18 ± 0.52 กรัม ครั้งเดียวด้วย Bus อัตราความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 10, 15, 20, 25 และ 30 ไมโครกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ 1 กิโลกรัม และชุดควบคุมฉีดด้วยน้ำกลั่น สำหรับพ่อพันธุ์ จำนวน 18 ตัว ความยาวเฉลี่ย 10.46 ± 0.19 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 20.44 ± 0.18 กรัม ฉีดด้วย Bus 10 ไมโครกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักพ่อพันธุ์ 1 กิโลกรัม ในทุกชุดการทดลอง พบว่า หลังฉีดฮอร์โมนเป็นเวลา 4-5 ชั่วโมง สามารถเริ่มรัดไข่ผสมน้ำเชื้อ แม่พันธุ์มีอัตราการตกไข่ 100 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นในชุดควบคุมที่ไม่มีการตกไข่ อัตราการปฏิสนธิเฉลี่ยอัตราการฟักเฉลี่ย และอัตราการรอดตายเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สรุปได้ว่าการใช้ Bus 10 ไมโครกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ 1 กิโลกรัม เป็นอัตราการใช้ Bus ที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากใช้ในปริมาณน้อยที่สุดแต่อัตราการปฏิสนธิเฉลี่ย อัตราการฟักเฉลี่ย และอัตราการรอดตายเฉลี่ยแตกต่างกับอัตราการใช้ Bus ในความเข้มข้นอื่นๆ อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ไข่ปลาตะเพียนจุดมีลักษณะกลม สีน้ำตาลอมเหลือง ใส จมติดกับวัสดุ ก่อนสัมผัสน้ำเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.02 ± 0.01 มิลลิเมตร หลังสัมผัสน้ำแล้วเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 1.34 ± 0.06 มิลลิเมตร และพัฒนาการของคัพภะในระยะต่างๆ หลังการปฏิสนธิเป็นดังนี้ ระยะ cleavage ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 25 นาที ระยะ blastula ใช้เวลา 2 ชั่วโมง 25 นาที ระยะ gastrula ใช้เวลา 3 ชั่วโมง 30 นาที พัฒนาจนถึงขั้นเกิด somite ใช้เวลา 7 ชั่วโมง 50 นาที และใช้เวลาฟักเป็นตัวเวลา 17 ชั่วโมง 30 นาที ที่อุณหภูมิ $26.2-27.8$ °C และลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนพัฒนาจนมีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัยใช้เวลา 45 วัน

การทดลองอนุบาลปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน อายุ 5 วัน ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 4.23 ± 0.01 มิลลิเมตร และน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.0005 ± 0.0000 มิลลิกรัม ด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน คือ 10, 20 และ

คำสำคัญ : ปลาตะเพียนจุด การเพาะพันธุ์ การอนุบาล ความหนาแน่น

*ผู้รับผิดชอบ : ถ.พหลโยธิน ต.เวียง อ.เมือง จ.พะเยา ๕๖๐๐๐ โทร.๐ ๕๔๔๓ ๑๒๕๑

e-mail : sphongphan@yahoo.com

Breeding and Nursing of *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842)

Sirichat Soonthornvipat¹ Phongphan Soonthornvipat^{2*}

Wiwat Prarom² and Apichart Termvidchakorn³

¹Chiangmai Inland Fisheries Research and Development Center

²Phayao Inland Fisheries Research and Development Center

³Inland Fisheries Research and Development Bureau

Abstract

Breeding and nursing of *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842) was carried out at Phayao Inland Fisheries Research and Development Center from October 2010 to September 2011. Fifteen female brooders were 12.63±0.64 cm in length and 37.19±3.76 g in weight were studied on fecundity found that average egg weight/female brooder was 5.89±1.22 g, number of egg/egg 1 g was 1,925±234 egg and number of egg/female brooder was 11,332±2,353 egg. One injection for 18 female brooders, 12.69±0.23 cm in length and 35.18±0.52 g in weight, were injected with 0 (control), 10, 15, 20, 25 and 30 µg/kg buserelin acetate (Bus) mixed with 10 mg/kg domperidone (Dom) and 10.46±0.19 cm in length and 20.44±0.18 g in weight of 18 male brooders were injected with 10 µg/kg Bus mixed with 10 mg/kg Dom result showed that after injection for 4-5 hours, the female brooders could strip egg mixed with sperm and found that female brooders had 100 % spawning rate except control treatment had no spawning. There were no significant different in fertilization rate, hatching rate and survival rate (p>0.05). It was concluded that using Bus 10 µg/kg mixed with Dom 10 mg/kg was optimum level because using Bus least but fertilization rate, hatching rate and survival rate had no different when compared with other Bus concentration (p>0.05). The diameters of eggs before mixed with water were 1.02±0.01 mm and increased after mixed with water were 1.34±0.06 mm. Egg had round, yellowish brown, transparent and sticky. After fertilization, embryonic development had many stage. It took about 1 hour and 25 minutes to cleavage stage, 2 hours and 25 minutes to blastula stage, 3 hours and 30 minutes to gastrula, 7 hours and 50 minutes to somite forming stage and 17 hours and 30 minutes to complete development process until hatching stage at 26.2-27.8 °C of water temperature. The larvae took about 45 days to juvenile stage.

For nursing experiment, 5 days old larvae, 4.23±0.01 mm in length and 0.0005±0.0000 mg in weight, were used for nursing in glass aquarium 45×90×45 cm at 10, 20 and 30 fish/liter stocking density which fed with powder feed not less than 40 % protein diet for 30 days. It was found that the average final lengths were 14.20±0.12, 13.97±0.14 and 13.24±0.13 mm, average final weights were 0.0411±0.0012,

0.0390±0.0013 and 0.0321± 0.0020 mg, average daily length gains were 0.332±0.004, 0.325±0.005 and 0.300±0.004 mm/day, average daily weight gains were 0.00135±0.00004, 0.00128±0.00004 and 0.00105±0.00007 mg/day, average specific growth rates were 14.94±0.35, 14.77±0.32 and 14.12±0.22 %/day and average survival rates were 55.00±1.57, 52.23±1.84 and 45.24±1.24 %, respectively. Growth and survival rate with 10 and 20 fish/liter was no significant different ($p>0.05$) but higher than 30 fish/liter ($p<0.05$). Growth and survival rate in this experiment were considered that the best stocking density for nursing was 20 fish/liter.

Key words : *Puntius binotatus*, breeding, nursing, stocking density

*Corresponding author : Phahonyothin Road, Wiang, Mueang, Phayao Province 56000 Tel.0 5443 1251

e-mail : sphongphan@yahoo.com

คำนำ

ปลาตะเพียนจุด *Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842) ลักษณะคล้ายปลาตะเพียน ลำตัวแบนข้าง หลังโค้งเล็กน้อย หัวมีขนาดปานกลาง ปากแคบ เกือบใหญ่ ลำตัวสีเขียวอมเหลืองหรือสีน้ำตาลอ่อน ครีบสีคล้ำ มีหนวด 2 คู่ (ปลายจะงอยปาก 1 คู่ และมุมปาก 1 คู่) มีเกล็ดบนเส้นข้างลำตัว 24 เกล็ด มีจุดดำที่ครีบหลังและคอดหางแห่งละ 1 จุด เมื่อโตเต็มที่มีความยาวมาตรฐาน (standard length) ประมาณ 20 เซนติเมตร กินพืชน้ำ อินทรียสาร แมลงน้ำขนาดเล็ก และสัตว์หน้าดิน พบอาศัยอยู่บริเวณลำธารน้ำตกบนภูเขาที่มีน้ำใส พื้นเป็นทรายปนกรวดหรือหิน ตามลำธาร ลำห้วยในป่าอยู่อาศัยเป็นฝูงใหญ่ การแพร่กระจายพบได้ตามลุ่มน้ำโขงของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวและประเทศกัมพูชา สำหรับในประเทศไทย พบบริเวณลำธารน้ำตกที่มีน้ำสะอาดบนภูเขา (Roberts, 1989; Rainboth, W.J., 1996; ชวลิต, 2547; สมโภชน์, 2547)

จากการขยายตัวของชุมชนและพื้นที่การเกษตรที่ก่อมลพิษในธรรมชาติและแหล่งน้ำ อีกทั้งวิธีการจับปลาที่ผิดกฎหมายทำให้ทรัพยากรสัตว์น้ำจืดรวมทั้งปลาตะเพียนจุดถูกจับเพื่อนำมาจำหน่ายและบริโภคในปริมาณมาก ทำให้ปลาตะเพียนจุดในธรรมชาติเริ่มหายากและมีแนวโน้มว่ามีปริมาณลดลง คณะผู้วิจัยได้ตระหนักถึงข้อเท็จจริงดังกล่าว จึงศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเพาะพันธุ์ผสมเทียม พัฒนาการของคัพภะและลูกปลา และอนุบาลลูกปลาตะเพียนจุดให้ได้ข้อมูลทางวิชาการเพื่อพัฒนาเทคนิคการเพาะและอนุบาลเพื่อเผยแพร่ให้กับผู้ที่สนใจ และเป็นแนวทางผลิตลูกปลาให้ได้ปริมาณมากๆ แล้วนำไปปล่อยคืนสู่แหล่งน้ำเดิมที่ปลาอาศัย เพื่อรักษาและอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำท้องถิ่นมิให้สูญพันธุ์ อันจะนำไปสู่การรักษาไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) ซึ่งเป็นการสนองพระราชเสาวนีย์ของสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถฯ ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของฮอร์โมนสังเคราะห์ buserelin acetate (Bus) ต่อการเพาะพันธุ์ปลาตะเพียนจุด
2. เพื่อศึกษาอัตราการปฏิสนธิ อัตราการฟัก และอัตราการรอดตายของปลาตะเพียนจุด
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการของคัพภะและลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน
4. เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนที่อนุบาลในอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน

วิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการทดลอง

1.1 แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) การเพาะพันธุ์ปลา

ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ Bus เพื่อฉีดกระตุ้นแม่ปลาตะเพียนจุดให้วางไข่โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design; CRD) กำหนดเป็น 6 ชุดการทดลอง (treatments) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (replications) แต่ละซ้ำใช้แม่ปลา 1 ตัว ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ฉีด Bus อัตรา 10 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับยาเสริมฤทธิ์ domperidone (Dom) 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ชุดการทดลองที่ 2 ฉีด Bus อัตรา 15 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ชุดการทดลองที่ 3 ฉีด Bus อัตรา 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ชุดการทดลองที่ 4 ฉีด Bus อัตรา 25 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ชุดการทดลองที่ 5 ฉีด Bus อัตรา 30 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ชุดการทดลองที่ 6 ฉีดด้วยน้ำกลั่น (ชุดควบคุม)

สำหรับพ่อปลาตะเพียนจุดทุกชุดการทดลอง ฉีดด้วย Bus อัตรา 10 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2) การอนุบาลลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน

ศึกษาการอนุบาลลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน อายุ 5 วัน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design; CRD) ประกอบด้วย 3 ชุดการทดลอง (treatments) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (replications) ดังนี้ อนุบาลในตู้กระจกขนาด 45×90×45 เซนติเมตร ระดับความลึกของน้ำ 24.7 เซนติเมตร (100 ลิตร)

ชุดการทดลองที่ 1 อัตราความหนาแน่น 10 ตัวต่อลิตร (1,000 ตัวต่อตู้)

ชุดการทดลองที่ 2 อัตราความหนาแน่น 20 ตัวต่อลิตร (2,000 ตัวต่อตู้)

ชุดการทดลองที่ 3 อัตราความหนาแน่น 30 ตัวต่อลิตร (3,000 ตัวต่อตู้)

1.2 สถานที่และระยะเวลาดำเนินการ

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพะเยา ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2554

2. วิธีดำเนินการ

2.1 การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์

พ่อแม่พันธุ์ปลาที่ใช้ในการทดลองเป็นปลาที่รวบรวมจากลำน้ำสาว บริเวณบ้านสันติสุข ตำบลขุนควร อำเภออง จังหวัดพะเยา ในเดือนมิถุนายน 2553 จำนวน 200 ตัว ความยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 20-40 กรัม นำมาเลี้ยงรวมกันในบ่อซีเมนต์กลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เมตร ระดับน้ำ 50 เซนติเมตร ให้อากาศตลอดเวลา ฝึกให้กินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำขนาดเล็กพิเศษ โปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา วันละ 1 ครั้ง เวลา 14.00 น. เปลี่ยนถ่ายน้ำเดือนละ 2 ครั้ง สุ่มชั่งน้ำหนักจำนวน 30 ตัว ทุก 1 เดือน เพื่อปรับปริมาณอาหาร และเมื่อปลาคุ่นเคยกับสภาพพื้นที่แล้วในเดือนพฤศจิกายน 2553 จึงคัดเลือกแม่พันธุ์เพื่อเตรียมการศึกษาความคงไข่ โดยคัดเลือกแม่พันธุ์จำนวน 15 ตัว มาชั่งน้ำหนักและวัดความยาว พร้อมทั้งผ่าท้องของแม่พันธุ์แต่ละตัวชั่งน้ำหนักไข่และนับจำนวนไข่พร้อมจดบันทึกเพื่อศึกษาน้ำหนักไข่ต่อแม่เฉลี่ย จำนวนไข่ต่อไข่ 1 กรัมเฉลี่ย และจำนวนไข่ต่อแม่เฉลี่ย และคัดเลือกพ่อพันธุ์ที่มีอัตราบริเวณท้องเบาๆ มีน้ำเชื้อสีขาวขุ่นไหลออกมา และแม่พันธุ์ที่มีไข่แก่โดยสังเกตจากบริเวณท้องอูมเป่งและนึ่ม ช่องเพศมีสีแดงเรื่อๆ มาทำการเพาะพันธุ์

2.2 การเพาะพันธุ์ปลาตะเพียนจุด

คัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ปลาตะเพียนจุดที่มีความสมบูรณ์เพศ โดยแม่พันธุ์มีลักษณะท้องอูม ช่องเพศมีสีแดงเรื่อๆ พ่อพันธุ์ปลามีรูปร่างเพรียวยาว เมื่อใช้มือกดบริเวณท้องเบาๆ มีน้ำเชื้อสีขาวขุ่นไหลออกมา สุ่มพ่อแม่พันธุ์ปลาตะเพียนจุดแยกตามชุดการทดลองๆ ละ 3 คู่ นำพ่อแม่พันธุ์ปลาที่คัดเลือกชนิดด้วย Bus ร่วมกับ Dom เข้าก้ามเนื้อบริเวณ โคนครีบทหลัง ตามแผนการทดลองที่กำหนด หลังฉีดฮอร์โมนปล่อยพ่อแม่พันธุ์ปลาตะเพียนจุดลงในตู้กระจกขนาด 45×90×45 เซนติเมตร เติมน้ำสูง 30 เซนติเมตร ให้อากาศผ่านหัวทราย 2 จุด รักษาปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำไม่ให้ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปล่อยปลาตู้ละ 1 คู่ อัตราเพศผู้ : เพศเมีย เท่ากับ 1 : 1 สังเกตความพร้อมของแม่พันธุ์

ผสมเทียมด้วยวิธีแห้ง (dry method) ตามวิธีการของ Vrassky (อ้างตาม อุทัยรัตน์, 2538) จากนั้นรีดไข่ของแม่พันธุ์แต่ละตัวชั่งน้ำหนักและจดบันทึก รีดน้ำเชื้อผสมกับไข่แล้วโรยลงบนตะแกรงขนาด 20×30 เซนติเมตร ที่บุด้วยตาข่ายสีฟ้าขนาด 22 ช่องตาต่อนิ้ว ฝึกไข่ปลาในตู้กระจกที่เตรียมไว้ให้อากาศผ่านหัวทราย 2 จุด และสุ่มไข่ปลาตะเพียนจุดมาฝึกในตะแกรงเล็กขนาด 5.0×5.0 เซนติเมตร จำนวน 1 ตะแกรงๆ ละ 100 ฟอง แล้วนำไปวางในกระชังผ้าโอล่อนแก้วที่แขวนในตู้กระจกตู้ละ 1 ตะแกรง เพื่อใช้สำหรับประเมินอัตราการปฏิสนธิ (fertilization rate) อัตราการฟัก (hatching rate) และอัตราการรอดตาย (survival rate) ตามอุทัยรัตน์ (2538) ดังนี้

อัตราการปฏิสนธิ นับจำนวนไข่ดีเปรียบเทียบกับจำนวนไข่ทั้งหมด แล้วหาค่าเฉลี่ย โดยที่จำนวนไข่นับเฉพาะไข่ที่มีการพัฒนาถึงระยะแกสตรูลา (gastrula)

$$\text{อัตราการปฏิสนธิ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนไข่ที่เจริญถึงระยะแกสตรูลา}}{\text{จำนวนไข่ทั้งหมด}} \times 100$$

อัตราการฟัก นำไข่ที่ใช้ศึกษาอัตราการปฏิสนธิมาศึกษาอัตราการฟักต่อไปเมื่อไข่ฟักเป็นตัว นับจำนวนลูกปลาเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์กับจำนวนไข่ปลาที่ได้รับการปฏิสนธิ

$$\text{อัตราการฟัก (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนลูกปลาที่ฟักเป็นตัว}}{\text{จำนวนไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิ}} \times 100$$

$$\text{อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนลูกปลาหลังถุงไข่แดงยุบ}}{\text{จำนวนลูกปลาที่ฟักเป็นตัว}} \times 100$$

2.3 ศึกษาพัฒนาการของคัพภะและลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน

นำไข่ปลาตะเพียนจุดที่ผสมกับน้ำเชื้อมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่า ติดตามพัฒนาการของคัพภะตามขั้นตอนต่างๆ จนกระทั่งไข่ปลาฟักเป็นตัว บันทึกภาพและระยะเวลา จากนั้นศึกษาต่อไปจนลูกปลามีพัฒนาการถึงระยะที่มีการเจริญของอวัยวะครบเหมือนตัวเต็มวัย โดยการเก็บตัวอย่างลูกปลาครั้งละ 20 ตัว ดองในน้ำยาฟอรั่มาลีนความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (อภิชาติ, 2546) นำตัวอย่างที่ได้มาศึกษาที่ห้องปฏิบัติการ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำที่ประกอบด้วยอุปกรณ์วาดภาพ (camera lucida) และ micrometer สำหรับวาดภาพและวัดขนาดต่างๆ ของลูกปลา นำลูกปลาในระยะที่เริ่มมีระบบทางเดินอาหารสมบูรณ์สามารถกินอาหารได้ไปวัดขนาดของปากลูกปลาภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาขนาดและชนิดของอาหารที่จะใช้อนุบาลลูกปลาอย่างเหมาะสมโดยวิธีของ Shirota (1970) (ภาพผนวกที่ 4)

2.4 การอนุบาลลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนด้วยอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน

ใช้ลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน อายุ 5 วัน อนุบาลในตู้กระจกขนาด 45×90×45 เซนติเมตร ระดับน้ำลึก 24.7 เซนติเมตร (100 ลิตร) ปล่อยในอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน คือ 10, 20 และ 30 ตัวต่อลิตร ตามแผนการทดลองที่กำหนด ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดผงที่มีระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ผสมน้ำแล้วหว่านให้ทั่วบริเวณตู้กระจกให้กินจนอิ่ม วันละ 2 ครั้ง เวลา 09.00 น. และ 16.00 น.

การจัดการระหว่างการอนุบาล เดิมอากาศอยู่ตลอดเวลาเพื่อรักษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำให้อยู่ในระดับไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และดูดตะกอนเศษอาหารและเปลี่ยนถ่ายน้ำในอัตรา 50 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรน้ำทั้งหมดทุกวัน เป็นเวลา 30 วัน

ศึกษาการเจริญเติบโต โดยก่อนการทดลองสุ่มลูกปลาจำนวน 100 ตัว เพื่อวัดความยาวเหยียด (total length) เริ่มต้นทีละตัวด้วย electronic digital caliper ทศนิยม 2 ตำแหน่ง และชั่งน้ำหนักเริ่มต้นทีละตัวด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง และหลังจากนั้น เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นับจำนวนลูกปลาทั้งหมดและสุ่มลูกปลาจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ ของแต่ละซ้ำในทุกชุดการทดลองเพื่อนำมาศึกษาการเจริญเติบโต (Hepher, 1988) และอัตราการรอดตาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

$$\begin{aligned}
& \text{ความยาวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (daily length gain, DLG) ; มิลลิเมตรต่อวัน} \\
= & \frac{\text{ความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (มิลลิเมตร) - ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้นการทดลอง (มิลลิเมตร)}}{\text{ระยะเวลาทดลอง (วัน)}} \\
& \text{น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (daily weight gain, DWG) ; มิลลิกรัมต่อวัน} \\
= & \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (มิลลิกรัม) - น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นการทดลอง (มิลลิกรัม)}}{\text{ระยะเวลาทดลอง (วัน)}} \\
& \text{อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะค่าน้ำหนัก (specific growth rate, SGR) ; เปอร์เซ็นต์ต่อวัน} \\
= & \frac{\ln \text{ น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (มิลลิกรัม) - } \ln \text{ น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (มิลลิกรัม)}}{\text{ระยะเวลาทดลอง (วัน)}} \times 100 \\
& \text{อัตราการรอดตาย (survival rate) ; เปอร์เซ็นต์} \\
= & \frac{\text{จำนวนลูกปลาที่เหลือรอด (ตัว)}}{\text{จำนวนลูกปลาที่เริ่มทดลอง (ตัว)}} \times 100
\end{aligned}$$

2.5 ศึกษาคุณสมบัติของน้ำ

ศึกษาคุณสมบัติของน้ำในถังฟักไข่ปลา และน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลา ดังนี้

วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำทุกวัน โดย

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen) ใช้วิธีไตเตรท หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l) ตามวิธีที่กล่าวอ้างโดยไมตรีและจารุวรรณ (2528)

อุณหภูมิ (temperature) ใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้ว หน่วยวัดเป็นองศาเซลเซียส (° C)

วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำทุกสัปดาห์ โดย

ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ใช้ pH - meter ยี่ห้อ HANNA รุ่น HI 991001

ความเป็นด่าง (alkalinity) ใช้วิธีไตเตรท หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต (mg/l as CaCO₃) ตามวิธีที่กล่าวอ้างโดยไมตรีและจารุวรรณ (2528)

ปริมาณแอมโมเนียรวม วัดโดยเครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ HACH รุ่น DR/4000V หน่วยเป็น mg/l

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลด้านการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย มาทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน one way analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan new's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ส่วนข้อมูลที่มีการกระจายแบบไม่ปกติทำการแปลงข้อมูลก่อนวิเคราะห์ เพื่อให้ข้อมูลมีการกระจายเป็นแบบปกติ (normal distribution) ตามข้อกำหนดของการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยแปลงข้อมูลทั้งหมดที่มีค่าสังเกตเป็นเปอร์เซ็นต์ด้วยวิธี angular transformation (เจริญ, 2534)

ผลการศึกษา

1. การเพาะพันธุ์

1.1 การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์

พ่อแม่พันธุ์ปลาที่ใช้ในการทดลอง เป็นปลาที่รวบรวมจากลำน้ำสาว บริเวณบ้านสันติสุข ตำบลขุนควร อำเภอปางงิ้ว จังหวัดพะเยา ในเดือนมิถุนายน 2553 จำนวน 200 ตัว นำมาเลี้ยงรวมกันในบ่อซีเมนต์กลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เมตร ระดับน้ำลึก 50 เซนติเมตร ให้อากาศตลอดเวลาฝึกให้กินอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำขนาดเล็พิเศษโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา วันละ 1 ครั้ง เวลา 14.00 น. เปลี่ยนถ่ายน้ำเดือนละ 2 ครั้ง และเดือนพฤศจิกายน 2553 พบพ่อแม่พันธุ์ปลาตะเพียนจุดมีความสมบูรณ์เพศ โดยสังเกตจากพ่อพันธุ์เมื่อรีดบริเวณท้องเบาๆ มีน้ำเชื้อสีขาวขุ่นไหลออกมา และแม่พันธุ์ที่มีไข่แก่สังเกตจากบริเวณท้องอูมเป่งและนิ่ม ช่องเพศมีสีแดงเรื่อๆ จึงคัดพ่อแม่พันธุ์ที่สมบูรณ์เพศและมีขนาดใกล้เคียงกันมาทำการศึกษาคความดกของไข่และเพาะพันธุ์

1.2 ความดกของไข่

การศึกษาคความดกของไข่ปลาตะเพียนจุดจากตัวอย่างปลาตะเพียนจุดเพศเมีย จำนวน 15 ตัวอย่าง มีความยาวเฉลี่ย 12.63 ± 0.64 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 37.19 ± 3.76 กรัม พบว่า น้ำหนักไข่ต่อแม่เฉลี่ยเท่ากับ 5.89 ± 1.22 กรัม จำนวนไข่ต่อไข่ 1 กรัมเฉลี่ย เท่ากับ $1,925 \pm 234$ ฟอง จำนวนไข่ต่อแม่เฉลี่ย $11,332 \pm 2,353$ ฟอง (ตารางที่ 1 และ ตารางผนวกที่ 1)

1.3 อัตราการตกไข่ น้ำหนักไข่ และจำนวนไข่

การเพาะพันธุ์ปลาตะเพียนจุดโดยฉีดกระตุ้นแม่พันธุ์ จำนวน 18 ตัว ความยาวเฉลี่ย 12.69 ± 0.23 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 35.18 ± 0.52 กรัม ครั้งเดียวด้วย Bus อัตราความเข้มข้นในระดับต่างๆ ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ 1 กิโลกรัม และชุดควบคุมฉีดด้วยน้ำกลั่น ตามแผนการทดลองที่กำหนดสำหรับพ่อพันธุ์ จำนวน 18 ตัว ความยาวเฉลี่ย 10.46 ± 0.19 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 20.44 ± 0.18 กรัม ฉีดด้วย Bus 10 ไมโครกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักพ่อพันธุ์ 1 กิโลกรัมในทุกชุดการทดลอง (ตารางผนวกที่ 1) พบว่า หลังฉีดฮอร์โมนเป็นเวลา 4-5 ชั่วโมง สามารถเริ่มรีดไข่ผสมน้ำเชื้อ แม่พันธุ์มีอัตราการตกไข่ 100 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นในชุดควบคุมที่ไม่มีการตกไข่ น้ำหนักไข่ที่รีดได้เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 6.43 ± 0.66 , 6.11 ± 0.62 , 6.64 ± 0.82 , 6.46 ± 0.72 และ 6.03 ± 1.23 กรัม ตามลำดับ จำนวนไข่ทั้งหมดต่อแม่เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ $12,384 \pm 1,273$, $11,762 \pm 1,192$, $12,776 \pm 1,575$, $12,429 \pm 1,377$ และ $11,614 \pm 2,358$ ฟอง ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า พ่อแม่พันธุ์มีความยาวเฉลี่ยและน้ำหนักเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางผนวกที่ 2) แม่พันธุ์ที่ฉีดกระตุ้นด้วย Bus อัตราความเข้มข้น 10, 15, 20, 25 และ 30 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีอัตราการตกไข่ น้ำหนักไข่ที่รีดได้เฉลี่ย และจำนวนไข่ทั้งหมดต่อแม่เฉลี่ย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 2 และ ตารางผนวกที่ 2)

1.4 อัตราการปฏิสนธิ อัตราการฟัก และอัตราการรอดตาย

พบว่า อัตราการปฏิสนธิเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 89.00 ± 2.00 , 88.33 ± 3.06 , 90.33 ± 1.53 , 89.67 ± 2.08 และ 87.00 ± 1.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการฟักเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 76.33 ± 3.51 , 77.00 ± 3.61 , 79.67 ± 2.52 , 75.33 ± 3.21 และ 75.00 ± 2.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการรอดตายเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 55.67 ± 3.21 , 53.67 ± 2.08 , 57.33 ± 1.53 , 56.33 ± 2.52 และ 53.33 ± 2.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า อัตราการปฏิสนธิเฉลี่ย อัตราการฟักเฉลี่ย และอัตราการรอดตายเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 2 และ ตารางผนวกที่ 3)

1.5 คุณสมบัติของน้ำระหว่างการฟักไข่ปลาตะเพียนจุด

คุณสมบัติของน้ำระหว่างการฟักไข่ปลาตะเพียนจุด พบว่า มีอุณหภูมิ $26.2-27.8$ °C ความเป็นกรดเป็นด่าง $7.2-7.8$ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ $5.2-6.7$ mg/l ความเป็นด่าง $57-78$ mg/l as CaCO_3 และ ปริมาณแอมโมเนียรวม $0.000-0.047$ mg/l (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย (mean±SD) ของความยาวแม่พันธุ์ น้ำหนักแม่พันธุ์ น้ำหนักไข่ต่อแม่ จำนวนไข่ต่อไข่ 1 กรัม และจำนวนไข่ต่อแม่จากการประเมินความดกไข่ปลาตะเพียนจุด

	ค่าเฉลี่ย
ความยาวแม่พันธุ์ (เซนติเมตร)	12.63 ± 0.64
น้ำหนักแม่พันธุ์ (กรัม)	37.19 ± 3.76
น้ำหนักไข่ต่อแม่ (กรัม)	5.89 ± 1.22
จำนวนไข่ต่อไข่ 1 กรัม (ฟอง)	$1,925 \pm 234$
จำนวนไข่ต่อแม่ (ฟอง)	$11,332 \pm 2,353$

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย (mean±SD) ของอัตราการตกไข่ น้ำหนักไข่ที่รีดได้ จำนวนไข่ทั้งหมดต่อแม่ อัตราการปฏิสนธิ อัตราการฟัก และอัตราการรอดตายจากการเพาะพันธุ์ปลาตะเพียนจุดโดยใช้ความเข้มข้นของ Bus ในระดับต่างๆ กัน (ฉีดครั้งเดียว)

	ชุดการทดลอง (ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม)				
	10	15	20	25	30
อัตราการตกไข่ (เปอร์เซ็นต์)	100 ± 0.00^a	100 ± 0.00^a	100 ± 0.00^a	100 ± 0.00^a	100 ± 0.00^a
น้ำหนักไข่ที่รีดได้ (กรัม)	6.43 ± 0.66^a	6.11 ± 0.62^a	6.64 ± 0.82^a	6.46 ± 0.72^a	6.03 ± 1.23^a
จำนวนไข่ทั้งหมดต่อแม่ (ฟอง)	$12,384 \pm 1,273^a$	$11,762 \pm 1,192^a$	$12,776 \pm 1,575^a$	$12,429 \pm 1,377^a$	$11,614 \pm 2,358^a$
อัตราการปฏิสนธิ (เปอร์เซ็นต์)	89.00 ± 2.00^a	88.33 ± 3.06^a	90.33 ± 1.53^a	89.67 ± 2.08^a	87.00 ± 1.73^a
อัตราการฟัก (เปอร์เซ็นต์)	76.33 ± 3.51^a	77.00 ± 3.61^a	79.67 ± 2.52^a	75.33 ± 3.21^a	75.00 ± 2.00^a
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	55.67 ± 3.21^a	53.67 ± 2.08^a	57.33 ± 1.53^a	56.33 ± 2.52^a	53.33 ± 2.08^a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าเฉลี่ยที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของน้ำระหว่างการฟักไข่ปลาตะเพียนจุดจากการเพาะพันธุ์ปลาตะเพียนจุดโดยใช้ความเข้มข้นของ Bus ในระดับต่างๆ กัน (ฉีดครั้งเดียว)

คุณสมบัติของน้ำ	ชุดการทดลอง (ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม)					ชุดควบคุม
	10	15	20	25	30	
อุณหภูมิ (°C)	26.5-27.7	27.3-27.5	27.5-27.8	26.5-27.5	26.7-27.6	26.2-27.8
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.2-7.6	7.3-7.7	7.4-7.7	7.2-7.7	7.2-7.8	7.2-7.6
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (mg/l)	5.3-6.6	5.8-6.3	5.3-6.7	5.2-5.6	5.2-5.7	5.2-5.6
ความเป็นต่าง (mg/l as CaCO ₃)	58-71	64-74	57-76	57-67	54-78	64-75
แอมโมเนียรวม (mg/l)	0.021-0.042	0.032-0.041	0.029-0.042	0.019-0.039	0.023-0.047	0.00

2. พัฒนาการของคัพพะและลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน

2.1 พัฒนาการของคัพพะ

ไข่ปลาตะเพียนจุดมีลักษณะกลม สีน้ำตาลอมเหลือง ใส จมติดกับวัสดุ ก่อนสัมผัสน้ำเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.02 ± 0.01 มิลลิเมตร หลังสัมผัสน้ำเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.34 ± 0.06 มิลลิเมตร ไข่ปลาตะเพียนจุดมีการพัฒนาของคัพพะหลังการปฏิสนธิเป็นดังนี้ ระยะ cleavage ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 25 นาที ระยะ blastula ใช้เวลา 2 ชั่วโมง 25 นาที ระยะ gastrula ใช้เวลา 3 ชั่วโมง 30 นาที พัฒนาจนถึงขั้นเกิด somite ใช้เวลา 7 ชั่วโมง 50 นาที และใช้เวลาฟักเป็นตัวเวลา 17 ชั่วโมง 30 นาที ที่อุณหภูมิ น้ำ 26.2-27.8 °C มีความยาว 3.03 ± 0.07 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4 ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 1)

ตารางที่ 4 พัฒนาการของคัพพะปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน

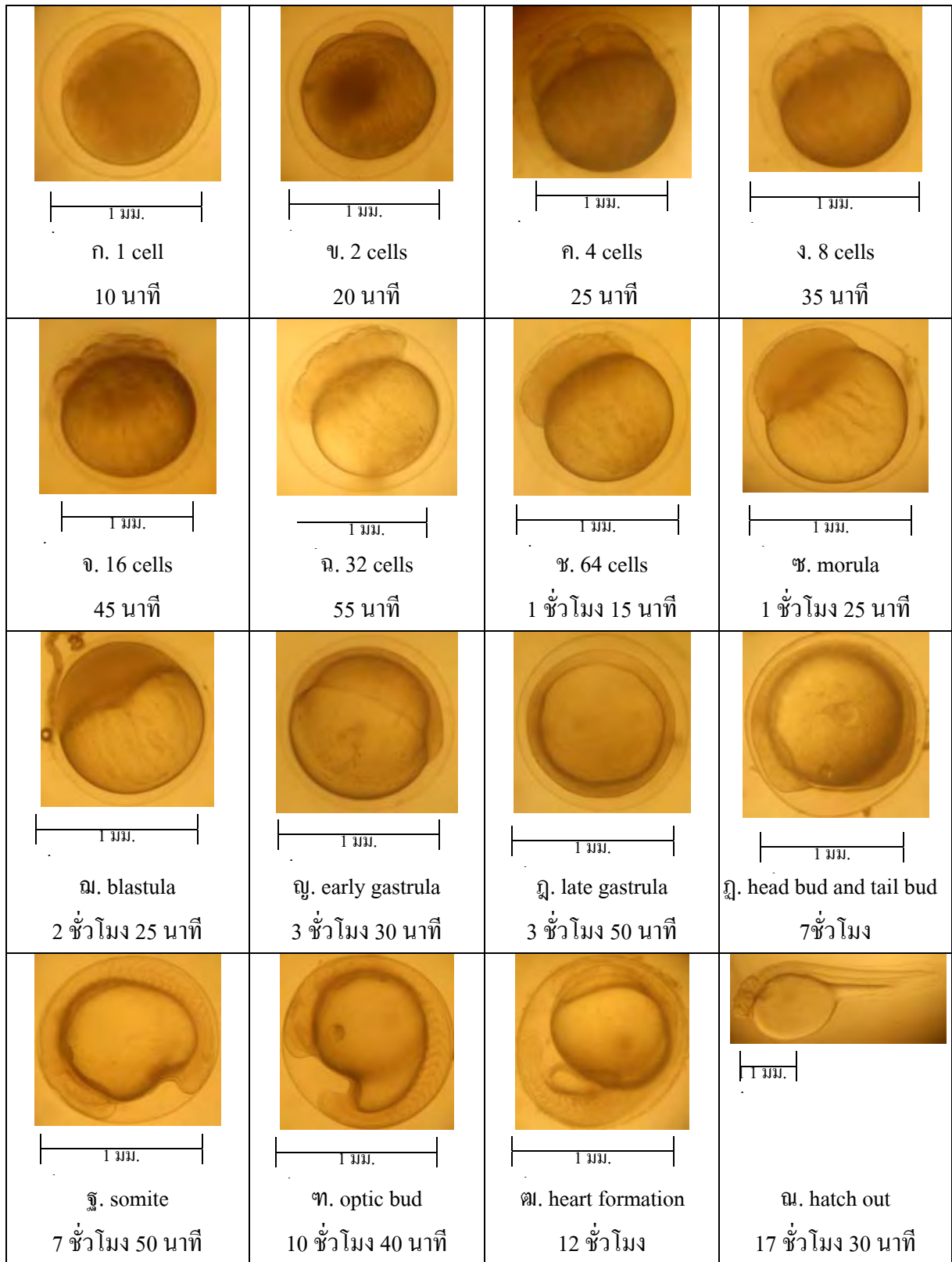
ระยะ	เวลาหลังจากไข่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อ	ภาพที่	ขั้นตอนการพัฒนา
1 cell	10 นาที	1 ก	ไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อเกิดการแบ่งตัวแบบไมโทซิส (mitosis) ทางด้าน animal pole เกิดเป็น บลาสโตดิสก์ (blastodisc) มีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยวเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.34 ± 0.06 มิลลิเมตร
cleavage	20 นาที	1 ข	first cleavage stage แบ่งเซลล์ blastodisc ออกเป็นเซลล์ บลาสโตเมียร์ (blastomere) 2 เซลล์
	25 นาที	1 ค	second cleavage stage แบ่งเซลล์ blastomere ออกเป็น 4 เซลล์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ระยะ	เวลาหลังจากไข่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อ	ภาพที่	ขั้นตอนการพัฒนา
	35 นาที	1 ง	third cleavage stage แบ่งเซลล์ blastomere ออกเป็น 8 เซลล์
	45 นาที	1 จ	fourth cleavage stage แบ่งเซลล์ blastomere ออกเป็น 16 เซลล์
	55 นาที	1 ฉ	fifth cleavage stage แบ่งเซลล์ blastomere ออกเป็น 32 เซลล์
	1 ชั่วโมง 15 นาที	1 ช	sixth cleavage stage แบ่งเซลล์ blastomere ออกเป็น 64 เซลล์
	1 ชั่วโมง 25 นาที	1 ซ	เป็นระยะสุดท้ายของ cleavage เซลล์ blastomere แบ่งเป็นเซลล์ซ้อนกันหนาและเบียดกันแน่นคล้ายหมวกครอบอยู่เหนือไข่แดง (yolk) แต่ยังไม่มีส่วนว่าง บลาสโตซีส (blastocoel) เรียกว่า morula
blastula	2 ชั่วโมง 25 นาที	1 ฅ	blastodisc มีเซลล์อยู่รวมกันเป็นกลุ่มหนาขึ้นลักษณะทรงค่อนข้างสูงทำให้เกิดช่องว่าง blastocoel
gastrula	3 ชั่วโมง 30 นาที	1 ญ	early gastrula stage ขอบของ blastodisc หนาขึ้นโดยรอบทำให้เกิดลักษณะคล้ายวงแหวนล้อมรอบ yolk เรียกว่า germ ring โดยพบว่าส่วนที่เจริญไปเป็นหางของคัพภะมีเซลล์มารวมกันหนาแน่น
	3 ชั่วโมง 50 นาที	1 ฎ	late gastrula stage กลุ่มเซลล์เคลื่อนลงมากลุมถุงไข่แดง (yolk sac) จนเกือบหมด และเมื่อสิ้นสุดระยะ gastrula yolk ถูกคลุมหมด บลาสโตพอร์ (blastopore) ปิด
head bud and tail bud	7 ชั่วโมง	1 ฏ	เนื้อเยื่อเจริญมากขึ้น ทำให้เกิดเป็นตัวอ่อน (embryo) รูปร่างคล้ายวงแหวน ส่วนท้ายและส่วนหัวของ embryo ยกขึ้น เกิดเป็นปุ่มหัวและปุ่มหาง
somite	7 ชั่วโมง 50 นาที	1 ฐ	มิโซไมท์ (somite) เกิดขึ้น บริเวณด้านข้างของ embryo (lateral body fold) ต่อไปเจริญไปเป็นกล้ามเนื้อ
optic bud	10 ชั่วโมง 40 นาที	1 ท	บริเวณส่วนหัวเกิด ออพติก เวสสิเคิล (optic vesicle) ต่อไปเจริญเป็นตา

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ระยะ	เวลาหลังจากไข่ได้รับ การผสมกับน้ำเชื้อ	ภาพที่	ขั้นตอนการพัฒนา
heart formation	12 ชั่วโมง	1 คม	เกิดหัวใจลักษณะเป็นปุ่ม หัวใจเริ่มทำงานมีการไหลเวียน ของเลือด ตัวอ่อนมีการเคลื่อนไหวบางครั้ง บริเวณส่วน หางมีเนื้อเยื่อต่างๆ และออกจากผนังไข่แดง
hatch out	17 ชั่วโมง 30 นาที	1 ฉ	ลูกปลาฟักออกเป็นตัวโดยใช้ส่วนหางโบกให้เปลือกไข่ แตกออก เมื่อฟักออกเป็นตัวใหม่ๆ ส่วนหัวของลูกปลา ยังติดอยู่กับถุงไข่แดง ปากยังไม่เปิด ลำตัวใส fin fold ติดต่อกันเป็นแผ่น ลูกปลามีความยาวเฉลี่ย 3.03 ± 0.07 มิลลิเมตร



ภาพที่ 1 พัฒนาการของกิ้งก่าปลาตะเพียนจูดวัยอ่อน

2.2 พัฒนาการของลูกปลาตะเพียนจุกวัยอ่อน

ไข่ปลาตะเพียนจุกใช้เวลาฟักเป็นตัว 17 ชั่วโมง 30 นาที ที่อุณหภูมิน้ำ 26.5-27.0 °C มีความยาวเฉลี่ย 3.03 ± 0.07 มิลลิเมตร ลูกปลาวัยอ่อนมีการพัฒนาระบบทางเดินอาหาร มีการเจริญของท่อทางเดินอาหาร สังเกตได้ชัดเจน เริ่มกินอาหารได้เมื่ออายุ 3 วัน มีขนาดความกว้างเฉลี่ยของปากลูกปลา 0.61 ± 0.07 มิลลิเมตร หลังจากนั้นมีการพัฒนาอวัยวะต่างๆ จนมีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย ใช้เวลา 45 วัน (ตารางที่ 5 และภาพที่ 2)

ตารางที่ 5 พัฒนาการของลูกปลาตะเพียนจุกวัยอ่อน

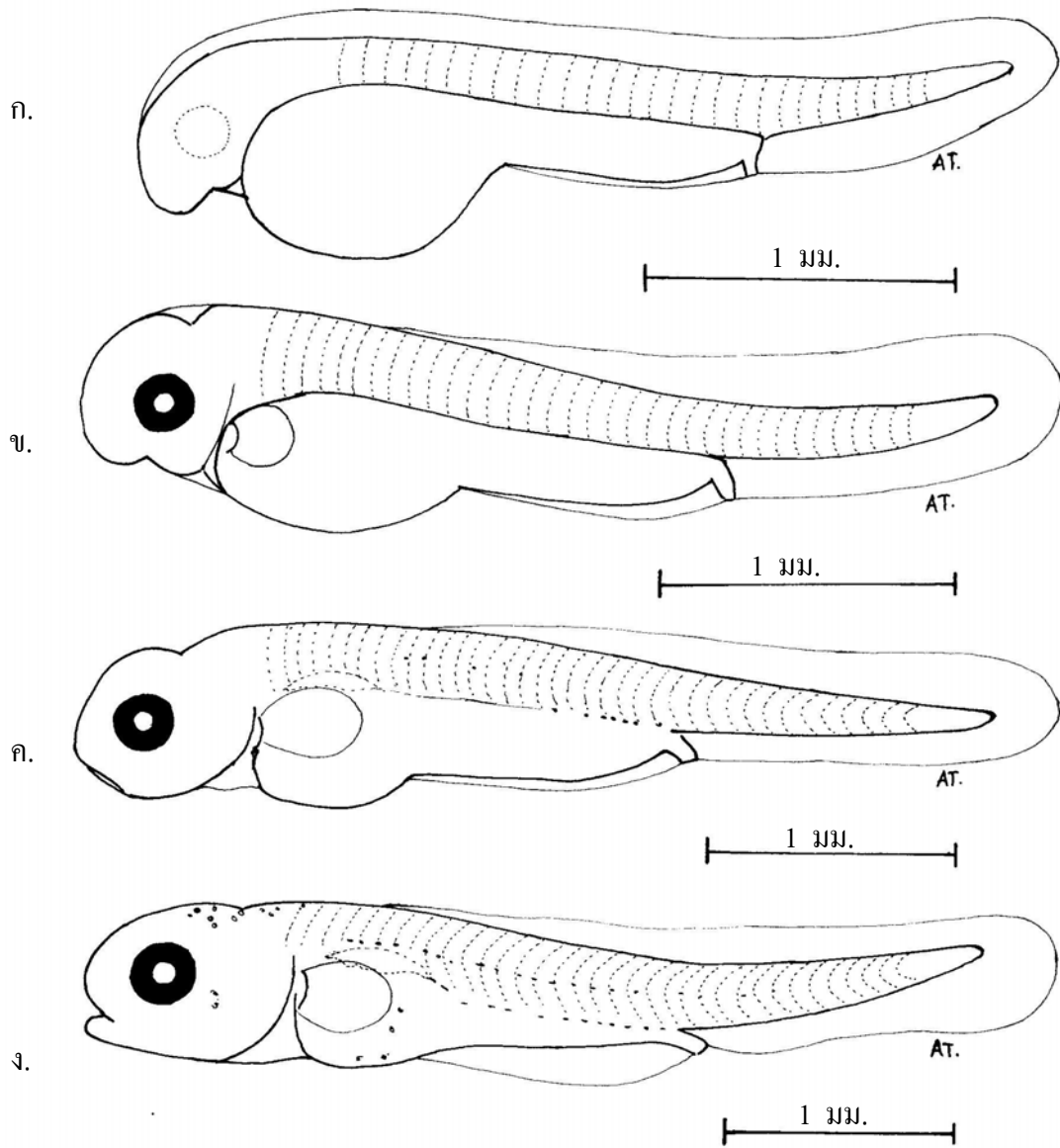
อายุลูกปลา	ภาพที่	ขั้นตอนการพัฒนา
6 ชั่วโมง	2 ก	ลูกปลามีความยาว 3.00 มิลลิเมตร ลำตัวใสเรียวยาว มีถุงอาหารสำรอง อยู่ ถุงอาหารสำรองตอนหน้าไปงพองเป็นรูปกลมและลดขนาดลงจนหายไปกับความยาวลำตัว มีมัดกล้ามเนื้อทั้งหมด 28 มัด ช่องเปิดของท่อทางเดินอาหารอยู่ที่มัดกล้ามเนื้อที่ 19 ซึ่งอยู่ไปทางด้านท้ายของลำตัว ระบบทางเดินอาหารยังไม่เจริญ ปากยังไม่มีการพัฒนาปรากฏขึ้น มีเชื้อหุ้มลำตัวในแนวตั้งคลุมส่วนท้ายของลำตัวทั้งด้านบนและด้านล่าง ตาไม่มีจุดสีดำเกิดขึ้น กระจกปลายางเป็นแท่งตรง
1 วัน	2 ข	ลูกปลามีความยาว 3.34 มิลลิเมตร ถุงอาหารสำรองมีขนาดเล็กลง ปากเริ่มมีการพัฒนาขึ้นมา มีมัดกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเป็น 34 มัด ช่องเปิดท่อทางเดินอาหารอยู่ที่มัดกล้ามเนื้อที่ 24 ครีบอกเริ่มพัฒนา ตามีจุดสีดำ
2 วัน	2 ค	ลูกปลามีความยาว 3.96 มิลลิเมตร ถุงอาหารสำรองมีขนาดเล็กลง ปากพัฒนามากขึ้น มีมัดกล้ามเนื้อทั้งหมด 38 มัด ช่องเปิดท่อทางเดินอาหารอยู่ที่มัดกล้ามเนื้อที่ 24
3 วัน	2 ง	ลูกปลามีความยาว 4.28 มิลลิเมตร เชื้อหุ้มลำตัวในแนวตั้งเริ่มคอดแบ่งมากขึ้น ส่วนหัวแยกออกจากถุงอาหารสำรองชัดเจน ถุงอาหารสำรองลดขนาดลงมากจนเกือบมองไม่เห็น มีจุดสีดำปรากฏด้านบนเหนือส่วนหัว ส่วนปลา ด้านหลังลูกตาและด้านล่างของครีบอก ปากเปิด มีความกว้างของปาก 0.61 ± 0.07 มิลลิเมตร
5 วัน	2 จ	ลูกปลามีความยาว 4.43 มิลลิเมตร ถุงอาหารสำรองยุบตัวหมด เริ่มเห็นพัฒนาการของกระดูกปิดเหงือก มีจุดสีดำที่เชื่อมช่องท้องด้านบนเหนือกระเพาะอาหาร กระจกปลายางพัฒนาเห็นชัดเจนและเริ่มโค้งงอ จุดสีดำบนหัวและหลังลูกตากระจายและมากขึ้น

ตารางที่ 5 (ต่อ)

อายุลูกปลา	ภาพที่	ขั้นตอนการพัฒนา
7 วัน	2 ฉ	ลูกปลามีความยาว 5.04 มิลลิเมตร จุดสีดำบนหัวและหลังลูกตาเพิ่มมากขึ้น เริ่มมีพัฒนาการของขากรรไกรบน กระดุกปิดเหงือกพัฒนามากขึ้น มีจุดสีดำที่เชื่อมช่องท้องด้านบนเหนือกระเพาะอาหารมากขึ้น
9 วัน	2 ช	ลูกปลามีความยาว 5.35 มิลลิเมตร กระดุกปลายหางเริ่มมีกระดูกเสริม ความแข็งแรงของหางเกิดขึ้นมาได้กระดูกสันหลังข้อสุดท้าย จุดเปิดต่อทางเดินอาหารเปิดออกที่มัดกล้ามเนื้อที่ 21 มีจุดสีดำที่เชื่อมช่องท้องด้านบนเหนือกระเพาะอาหารมากขึ้น
12 วัน	2 ซ	ลูกปลามีความยาว 5.79 มิลลิเมตร จุดสีบนหัวพบกระจายลงมาที่กระดูกปิดเหงือก กระดุกเสริมความแข็งแรงของหางพัฒนาเห็นชัดเจน เริ่มเกิดก้านครีบบาง ครีบหลังเริ่มมีการพัฒนา
15 วัน	2 ฅ	ลูกปลามีความยาว 6.06 มิลลิเมตร เริ่มมีพัฒนาการของรูจมูก เยื่อหุ้มตัวในแนวตั้งเริ่มแบ่งเป็นส่วนๆ โดยพัฒนาเป็นครีบต่างๆ ครีบหางเห็นก้านครีบชัดเจน ครีบหลังมีการพัฒนาของฐานครีบ มีจุดสีดำบนหัวเพิ่มขึ้น มีจุดสีดำที่ฐานครีบหาง
19 วัน	2 ญ	ลูกปลามีความยาว 6.34 มิลลิเมตร ครีบหางพัฒนาการเป็น 2 แฉก มีก้านครีบหลัง ฐานครีบกันพัฒนาขึ้นพร้อมกับก้านครีบกันเล็กน้อย มีจุดสีดำเข้มบริเวณฐานก้านครีบหางมากขึ้น
23 วัน	2 ฎ	ลูกปลามีความยาว 7.27 มิลลิเมตร เยื่อหุ้มในแนวตั้งเริ่มคอดเพื่อพัฒนาเป็นครีบต่างๆ มากขึ้น ก้านครีบกันเห็นชัด ครีบหลังมีก้านครีบชัดเจน เริ่มมีจุดสีดำกลางแนวกลางตัว ครีบหางพัฒนามากขึ้น
27 วัน	2 ฏ	ลูกปลามีความยาว 7.80 มิลลิเมตร รูจมูกมีขนาดใหญ่ 1 รู ครีบท้องเริ่มพัฒนา เห็นก้านครีบกันชัดเจน ครีบหลังและครีบหางสมบูรณ์ ก้านครีบแข็งที่ครีบหลังเริ่มพัฒนาและมีจุดสีดำ มีจุดสีดำเพิ่มที่โคนครีบหลังและแนวกลางตัว มีจุดสีดำที่โคนครีบหางมากขึ้น
31 วัน	2 ฐ	ลูกปลามีความยาว 9.20 มิลลิเมตร รูจมูกเริ่มคอดกลางและพัฒนาแบ่งเป็น 2 รู ครีบท้องพัฒนามากขึ้น มีจุดสีดำด้านบนหัวมากขึ้น มีจุดดำที่กลางตัว 4 จุด จุดสีดำที่โคนครีบหลังและครีบกันมีขนาดใหญ่และเข้มขึ้น มีจุดสีดำที่ก้านครีบแข็งของครีบหลัง จุดสีดำที่ครีบหางเพิ่มขึ้น มีก้านครีบอก

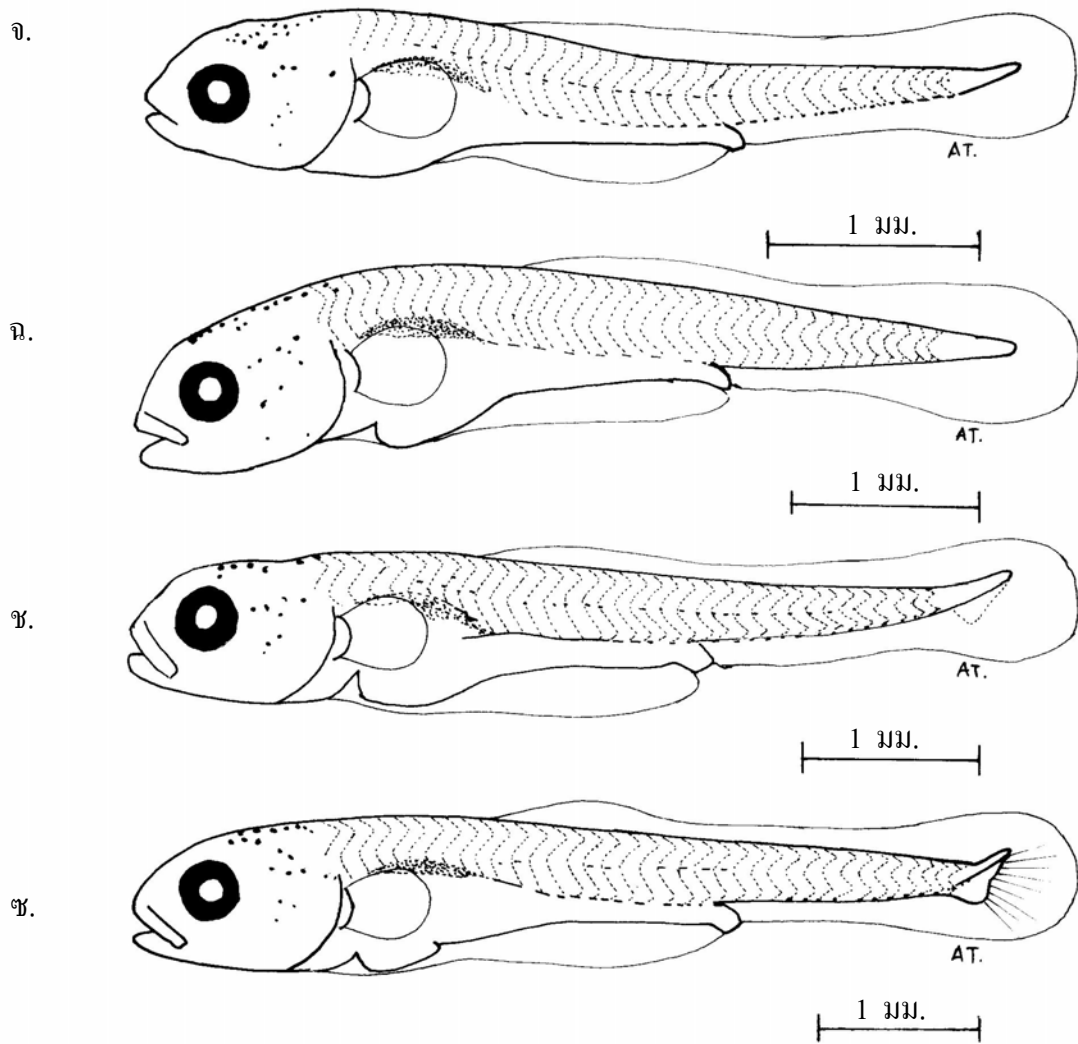
ตารางที่ 5 (ต่อ)

อายุลูกปลา	ภาพที่	ขั้นตอนการพัฒนา
35 วัน	2 ๓	ลูกปลามีความยาว 10.67 มิลลิเมตร มีการพัฒนาผนังกันรูจมูกทำให้เห็นเป็น 2 รู อย่างชัดเจน จุดสีดำที่บริเวณหัวมากขึ้น จุดสีดำที่แนวกลางตัว 4 จุด เข้มขึ้น เริ่มเห็นหนวดที่มุมขากรรไกรบน จุดสีดำเพิ่มมากขึ้นจนมองไม่เห็นกล้ามเนื้อส่วนบน ก้านครีบออกและก้านครีบท้องมีการพัฒนาการก้านครีบขึ้นมาจนสมบูรณ์ มีจุดสีดำที่บริเวณครีบหางกระจายมากขึ้น จุดสีดำที่โคนครีบหลังและครีบกันเข้มขึ้น
45 วัน	2 ๔	ลูกปลามีความยาว 13.24 มิลลิเมตร รูจมูกคอดเป็น 2 รู และมีเยื่อมาขึ้นระหว่างรูจมูกทั้ง 2 รู เห็นหนวดที่มุมขากรรไกรบนชัดเจน จุดสีดำที่แนวกลางตัว 4 จุด เข้มขึ้น มีจุดสีดำที่ครีบหางมากขึ้น มีจุดสีดำกระจายที่ครีบอก จุดสีดำบนส่วนหัวและลำตัวพัฒนามากขึ้นจนมองไม่เห็นมัดกล้ามเนื้อ เริ่มมีการพัฒนาของเกล็ดที่ด้านหลัง มีรูปร่างลักษณะทั่วไปเหมือนปลาที่โตเต็มวัย



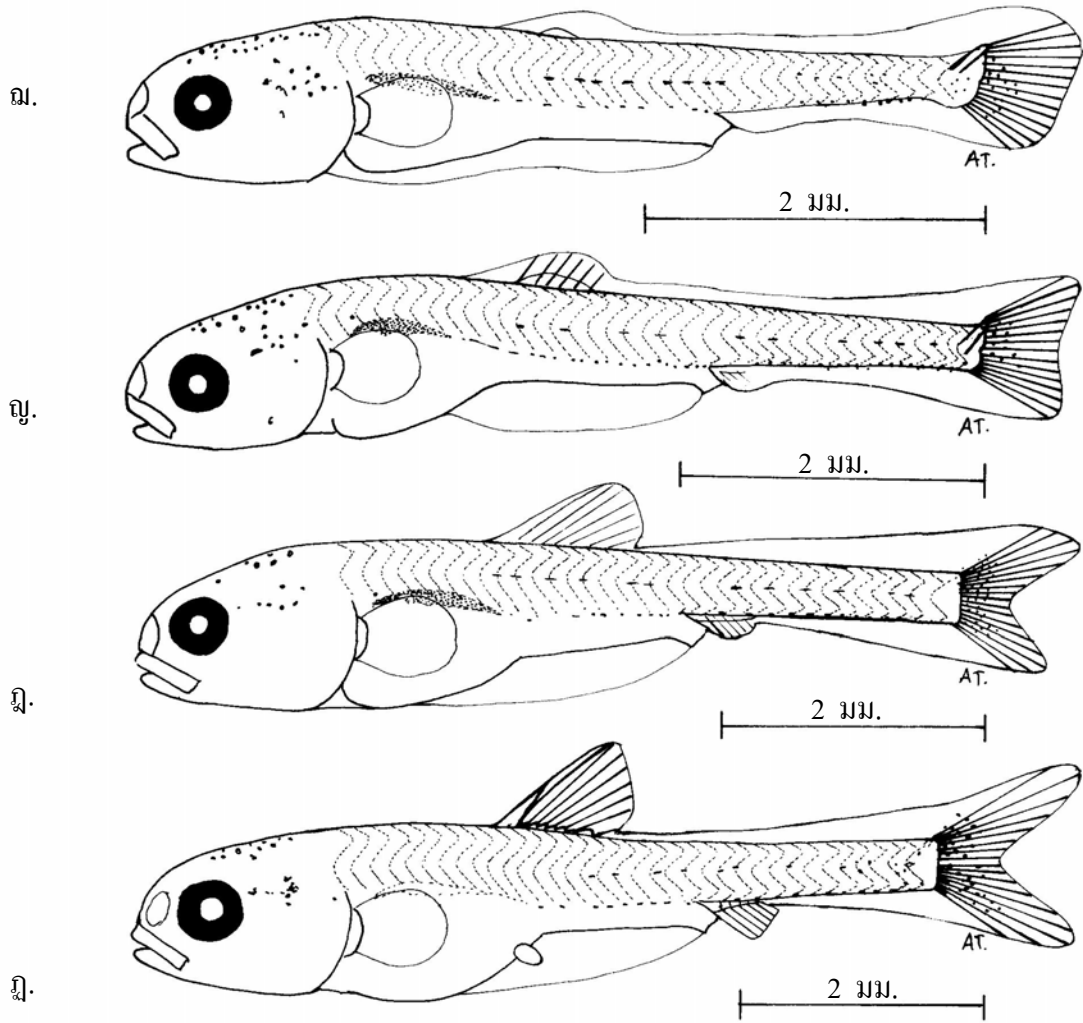
ภาพที่ 2 พัฒนาการของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน

- ก. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 6 ชั่วโมง ความยาว 3.00 มิลลิเมตร
- ข. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 1 วัน ความยาว 3.34 มิลลิเมตร
- ค. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 2 วัน ความยาว 3.96 มิลลิเมตร
- ง. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 3 วัน ความยาว 4.28 มิลลิเมตร



ภาพที่ 2 (ต่อ)

- จ. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 5 วัน ความยาว 4.43 มิลลิเมตร
 ฉ. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 7 วัน ความยาว 5.04 มิลลิเมตร
 ช. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 9 วัน ความยาว 5.35 มิลลิเมตร
 ซ. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 12 วัน ความยาว 5.79 มิลลิเมตร



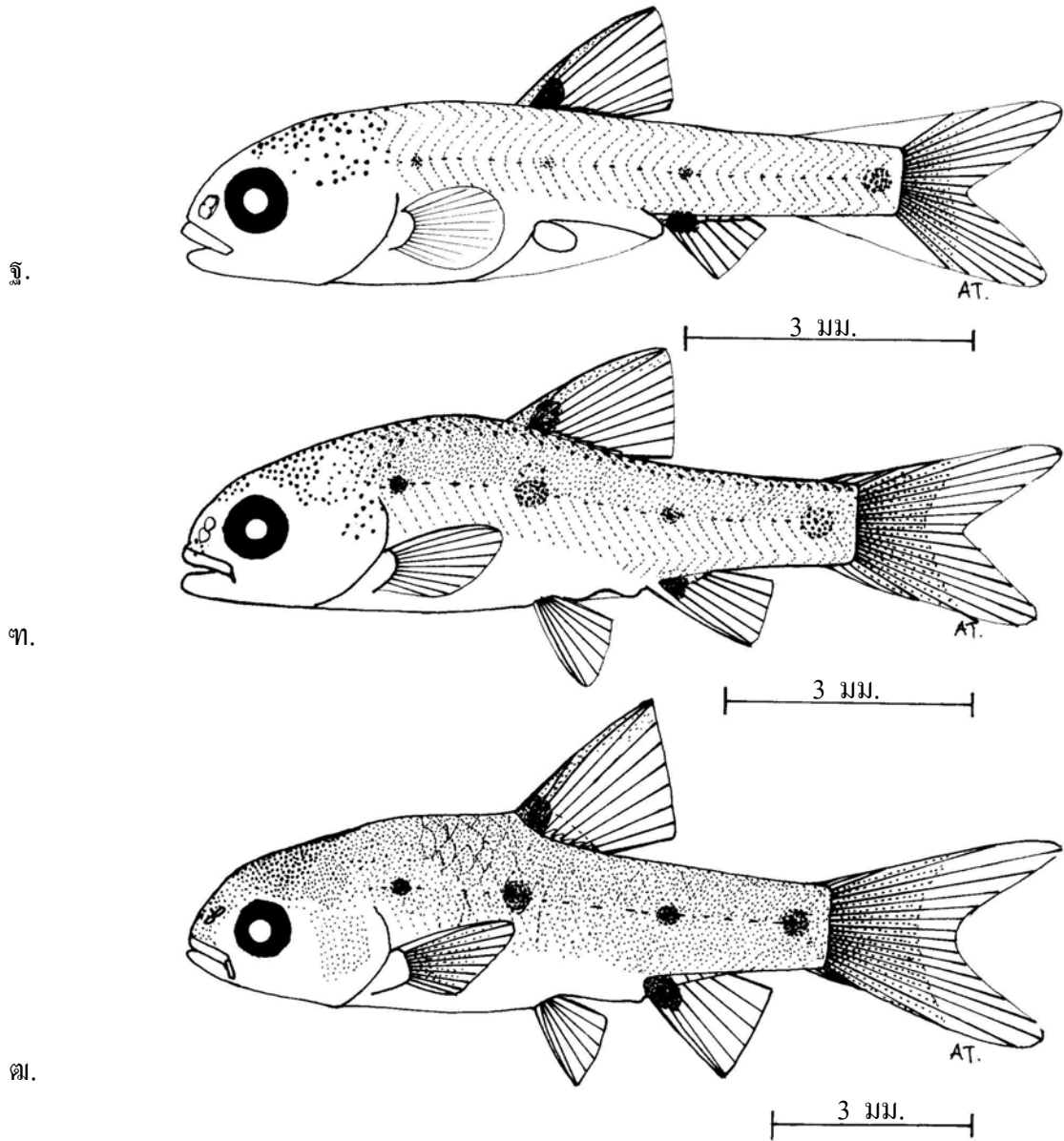
ภาพที่ 2 (ต่อ)

ฉ. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 15 วัน ความยาว 6.06 มิลลิเมตร

ญ. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 19 วัน ความยาว 6.34 มิลลิเมตร

ฎ. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 23 วัน ความยาว 7.27 มิลลิเมตร

ฏ. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 27 วัน ความยาว 7.80 มิลลิเมตร



ภาพที่ 2 (ต่อ)

- ฐ. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 31 วัน ความยาว 9.20 มิลลิเมตร
 ข. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 35 วัน ความยาว 10.67 มิลลิเมตร
 ค. ลูกปลาตะเพียนจุด อายุ 45 วัน ความยาว 13.24 มิลลิเมตร

3. การอนุบาลลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนด้วยอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน

การอนุบาลลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน อายุ 5 วัน ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 4.23 ± 0.01 มิลลิเมตร น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.0005 ± 0.0001 มิลลิกรัม ในตู้กระจกขนาด $45 \times 90 \times 45$ เซนติเมตร ระดับน้ำลึก 24.7 เซนติเมตร (100 ลิตร) ปล่อยในอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน คือ 10, 20 และ 30 ตัวต่อลิตร ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดผงที่มีระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 30 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 การเจริญเติบโต

3.1.1 ด้านความยาว

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ความยาวสุดท้ายเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 14.20 ± 0.12 , 13.97 ± 0.14 และ 13.24 ± 0.13 มิลลิเมตร ตามลำดับ ความยาวเพิ่มเฉลี่ยต่อวันมีค่าเท่ากับ 0.332 ± 0.004 , 0.325 ± 0.005 และ 0.300 ± 0.004 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ลูกปลาที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 10 และ 20 ตัวต่อลิตร มีความยาวสุดท้ายเฉลี่ยและความยาวเพิ่มเฉลี่ยต่อวันแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่ามากกว่าลูกปลาที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 30 ตัวต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 6, ภาพที่ 3 และ ภาพที่ 4)

3.1.2 ด้านน้ำหนัก

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.0411 ± 0.0012 , 0.0390 ± 0.0013 และ 0.0321 ± 0.0020 มิลลิกรัม ตามลำดับ น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันมีค่าเท่ากับ 0.00135 ± 0.00004 , 0.00128 ± 0.00004 และ 0.00105 ± 0.00007 มิลลิกรัมต่อวัน ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนักเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 14.94 ± 0.35 , 14.77 ± 0.32 และ 14.12 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ลูกปลาที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 10 และ 20 ตัวต่อลิตร มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนักแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่ามากกว่าลูกปลาที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 30 ตัวต่อลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 6, ภาพที่ 5, ภาพที่ 6 และ ภาพที่ 7)

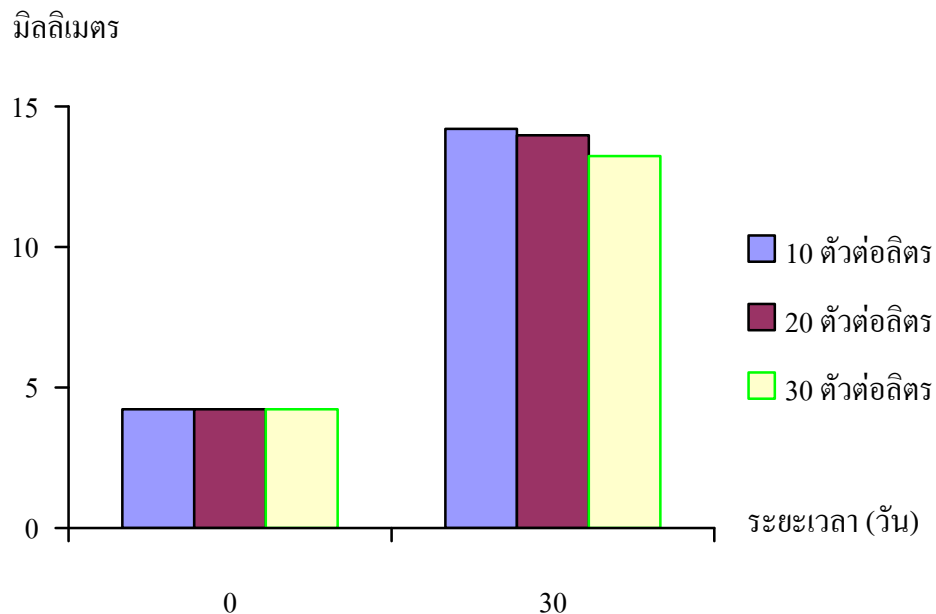
3.2 อัตราการรอดตาย

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีลูกปลาเหลือรอด 550 ± 16 , $1,045 \pm 37$ และ $1,357 \pm 37$ ตัว ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการรอดตาย 55.00 ± 1.57 , 52.23 ± 1.84 และ 45.24 ± 1.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า ลูกปลาที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 10 และ 20 ตัวต่อลิตร มีอัตราการรอดตายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่ามากกว่าลูกปลาที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 30 ตัวต่อลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 6 และภาพที่ 8)

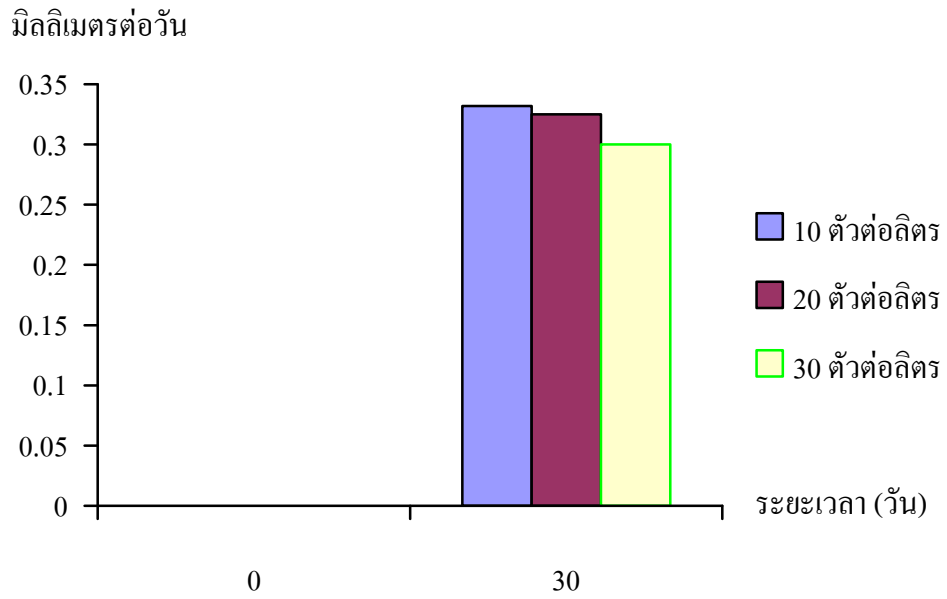
ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย (mean±SD) ของความยาวเริ่มต้น น้ำหนักเริ่มต้น ความยาวสุดท้าย น้ำหนักสุดท้าย ความยาวเพิ่มต่อวัน น้ำหนักเพิ่มต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนัก และอัตราการรอดตาย จากการอนุบาลลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน อายุ 5 วัน ในอัตราความหนาแน่นแตกต่างกันเป็นระยะเวลา 30 วัน

ดัชนี	ความหนาแน่น (ตัวต่อลิตร)		
	10	20	30
ความยาวเริ่มต้น (มิลลิเมตร)	4.23±0.01 ^a	4.23±0.01 ^a	4.23±0.01 ^a
น้ำหนักเริ่มต้น (มิลลิกรัม)	0.0005±0.0001 ^a	0.0005±0.0001 ^a	0.0005±0.0001 ^a
ความยาวสุดท้าย (มิลลิเมตร)	14.20±0.12 ^a	13.97±0.14 ^a	13.24±0.13 ^b
น้ำหนักสุดท้าย (มิลลิกรัม)	0.0411±0.0012 ^a	0.0390±0.0013 ^a	0.0321±0.0020 ^b
ความยาวเพิ่มต่อวัน (มิลลิเมตรต่อวัน)	0.332±0.004 ^a	0.325±0.005 ^a	0.300±0.004 ^b
น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (มิลลิกรัมต่อวัน)	0.00135±0.00004 ^a	0.00128±0.00004 ^a	0.00105±0.00007 ^b
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	14.94±0.35 ^a	14.77±0.32 ^a	14.12±0.22 ^b
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	55.00±1.57 ^a	52.23±1.84 ^a	45.24±1.24 ^b

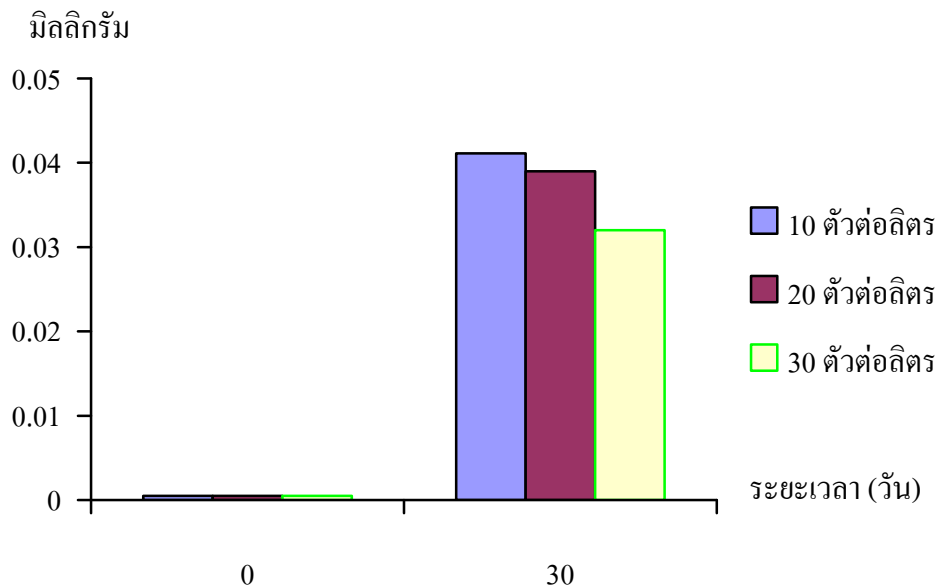
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าเฉลี่ยที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



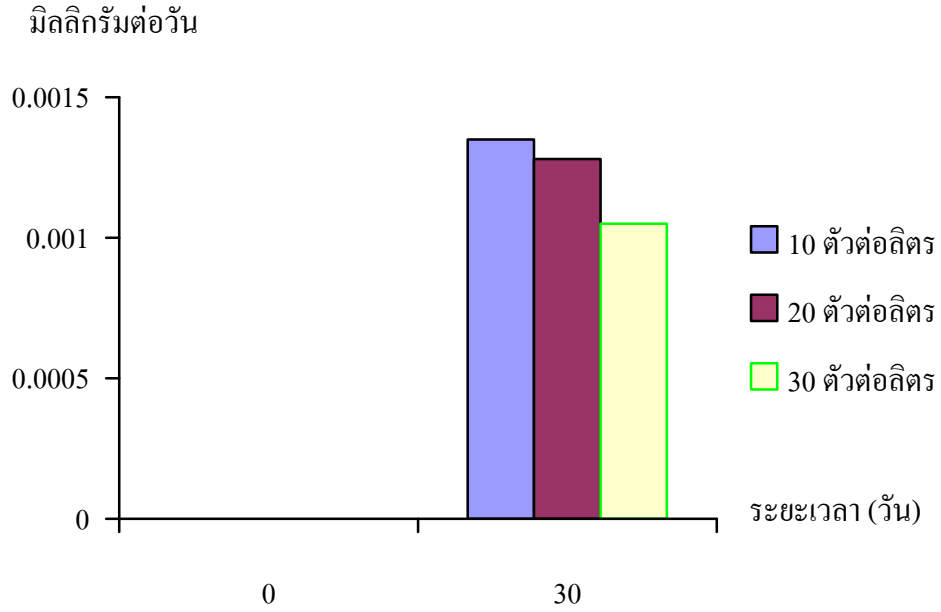
ภาพที่ 3 ความยาวเฉลี่ย (มิลลิเมตร) ของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 30 วัน



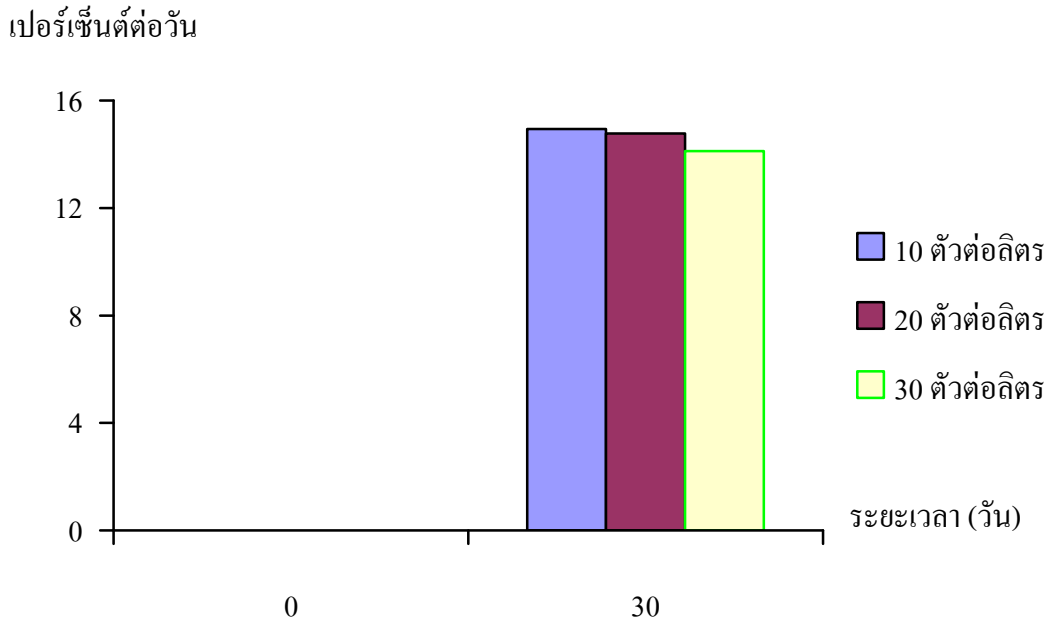
ภาพที่ 4 ความยาวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (มิลลิเมตรต่อวัน) ของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 30 วัน



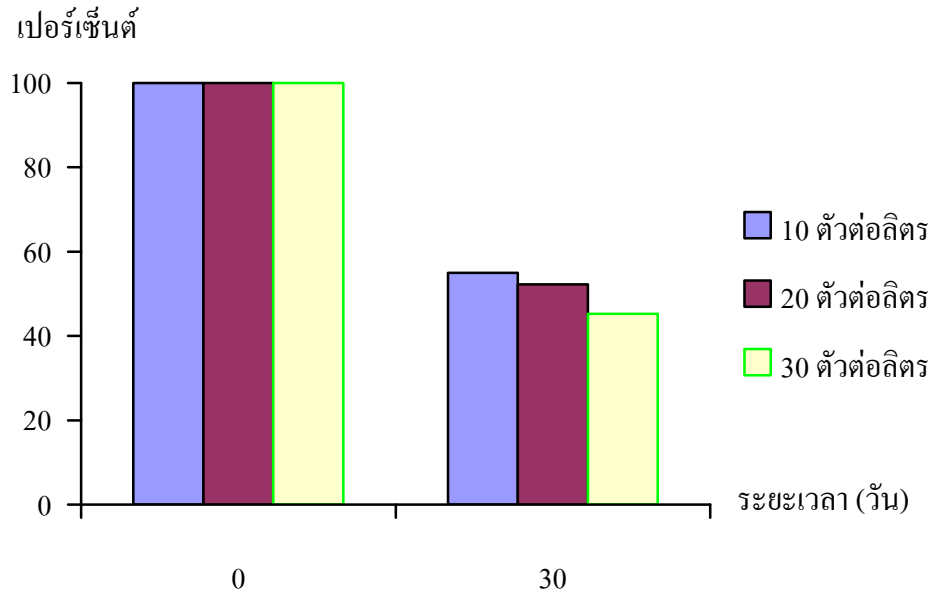
ภาพที่ 5 น้ำหนักเฉลี่ย (มิลลิกรัม) ของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 30 วัน



ภาพที่ 6 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (มิลลิกรัมต่อวัน) ของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 30 วัน



ภาพที่ 7 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนักเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 30 วัน



ภาพที่ 8 อัตราการรอดตายเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ เป็นระยะเวลา 30 วัน

3.3 คุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลอง

คุณสมบัติของน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อนในอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน คือ 10, 20 และ 30 ตัวต่อลิตร ให้อาหารที่มีระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 5.8-6.8 mg/l ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าอยู่ในช่วง 7.2-7.7 ความเป็นด่างมีค่าอยู่ในช่วง 53-73 mg/l as CaCO₃ อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 26.5-28.8 °C แอมโมเนียรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.021-0.089 mg/l และแอมโมเนียอิสระมีค่าอยู่ในช่วง 0.0002-0.0032 mg/l (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 คุณสมบัติของน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน อายุ 5 วัน ในอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน เป็นระยะเวลา 30 วัน

คุณสมบัติของน้ำ	ความหนาแน่น (ตัวต่อลิตร)		
	10	20	30
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (mg/l)	6.3-6.8	5.8-6.8	6.3-6.8
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.2-7.7	7.3-7.7	7.2-7.7
ความเป็นด่าง (mg/l as CaCO ₃)	53-73	64-87	56-85
อุณหภูมิ (°C)	26.5-28.7	27.3-28.8	27.5-28.7
แอมโมเนียรวม (mg/l)	0.021-0.073	0.032-0.087	0.052-0.089
แอมโมเนียอิสระ (NH ₃) (mg/l)	0.0002-0.0026	0.0004-0.0031	0.0006-0.0032

สรุปและวิจารณ์ผล

พ่อแม่พันธุ์ปลาตะเพียนจตุรบรรพจากลำน้ำสาว บริเวณบ้านสันติสุข ตำบลขุนควร อำเภอปาง
 จัหวัดพะเยา ในเดือนมิถุนายน 2553 จำนวน 200 ตัว สามารถเลี้ยงให้สมบูรณ์เพศได้ในที่กักขังโดยใช้
 อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำขนาดเล็กพิเศษ โพรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่า พ่อแม่พันธุ์ปลา
 ตะเพียนจตุรบรรพเพศใน ช่วงเดือนพฤศจิกายน ความสมบูรณ์เพศสังเกตจากพ่อแม่พันธุ์เมื่อรีดบริเวณ
 ท้องเบาๆ มีน้ำเชื้อสีขาวขุ่นไหลออกมา และแม่พันธุ์บริเวณท้องอูมป่งและนึ่ม ช่องเพศมีสีแดงเรื่อๆ คัดเลือก
 แม่พันธุ์ จำนวน 15 ตัว ความยาวเฉลี่ย 12.63 ± 0.64 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 37.19 ± 3.76 กรัม มาศึกษา
 ความคอกของไข่ พบว่า น้ำหนักไข่ต่อแม่เฉลี่ย 5.89 ± 1.22 กรัม จำนวนไข่ต่อไข่ 1 กรัมเฉลี่ย $1,925 \pm 234$ ฟอง
 และจำนวนไข่ต่อแม่เฉลี่ย $11,332 \pm 2,353$ ฟอง นำแม่พันธุ์ จำนวน 18 ตัว ความยาวเฉลี่ย 12.69 ± 0.23
 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 35.18 ± 0.52 กรัม ฉีดกระตุ้นครั้งเดียวด้วย Bus อัตราความเข้มข้น 10, 15, 20, 25
 และ 30 ไมโครกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ 1 กิโลกรัม และชุดควบคุมฉีดด้วยน้ำกลั่น
 สำหรับพ่อแม่พันธุ์ จำนวน 18 ตัว ความยาวเฉลี่ย 10.46 ± 0.19 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 20.44 ± 0.18 กรัม ฉีดด้วย
 Bus 10 ไมโครกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักพ่อแม่พันธุ์ 1 กิโลกรัมในทุกชุดการทดลอง พบว่า
 หลังฉีดฮอร์โมนเป็นเวลา 4-5 ชั่วโมง สามารถเริ่มรีดไข่ผสมน้ำเชื้อ แม่พันธุ์มีอัตราการตกไข่ 100 เปอร์เซ็นต์
 ยกเว้นในชุดควบคุมที่ไม่มีการตกไข่ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในปลาแขยงนวล (ธีรวัฒน์ และคณะ,
 2550) ปลาอุกหลังเขียว (สมบัติ และอรณพ, 2550) ปลาคูกเนื้อเลน (สมาน, 2550) และปลาแดงน้อย
 (คทาฐ และคณะ, 2551) แม่พันธุ์ปลาตะเพียนจตุรบรรพที่ฉีดกระตุ้นด้วย Bus อัตราความเข้มข้นต่างๆ มีอัตราการ
 ตกไข่ น้ำหนักไข่ที่รีดได้เฉลี่ย จำนวนไข่ทั้งหมดต่อแม่เฉลี่ย อัตราการปฏิสนธิเฉลี่ย อัตราการฟักเฉลี่ย และ
 อัตราการรอดตายเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สอดคล้องกับการทดลองที่ผ่านมา
 ว่า การใช้ Bus ร่วมกับ Dom มักออกฤทธิ์ในวงกว้าง การฉีดกระตุ้นด้วย Bus ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ทำ
 ให้ปลาผสมพันธุ์วางไข่ได้เช่นเดียวกัน โดยอัตราการปฏิสนธิ อัตราการฟัก และอัตราการรอดตายไม่
 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เช่น ในปลาแก้มช้ำ *Puntius orphoides* (เชิดศักดิ์ และธนวัฒน์, 2538) ปลา
 หมออารีย์ (วิวัฒน์ และคณะ, 2546) ปลาโมง (เจริญ และสมบัติ, 2547) ปลาสายยู (สุจิตรา และคณะ, 2547)
 ปลาโมง รุ่น F1 (วรัญญู และคณะ, 2549) และปลาอุกหลังเขียว (สมบัติ และอรณพ, 2550) แสดงว่า การใช้
 Bus อัตราความเข้มข้น 10, 15, 20, 25 และ 30 ไมโครกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ 1
 กิโลกรัม ฉีดกระตุ้นแม่ปลาตะเพียนจตุรบรรพครั้งเดียวอยู่ในช่วงที่เหมาะสมในการเพาะพันธุ์ นอกจากนี้ นฤพล
 (2537) กล่าวว่า การฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ให้กับปลาตะเพียนขาวในอัตราความเข้มข้นต่างกันเป็น 100 เท่า ก็
 ไม่มีผลต่อการวางไข่ อัตราการปฏิสนธิ และอัตราการฟักแต่อย่างใด

ไข่ปลาตะเพียนจตุรบรรพมีลักษณะกลม สีน้ำตาลอมเหลือง ใส จมติดกับวัสดุ เช่นเดียวกับปลาคอดแก้ว
 (วิศนุพร และคณะ, 2537) ปลาแก้มช้ำ (เชิดศักดิ์ และธนวัฒน์, 2538) ปลาสายยู (วิศนุพร และคณะ, 2538)
 ปลาสังกะวาดเหลือง (สุภาพ และคณะ, 2548) ปลาสังกะวาดทองคม (วรัญญู และคณะ, 2549) ปลาแขยงนวล
 (ธีรวัฒน์ และคณะ, 2550) ปลาจาด (อรณพ และคณะ, 2545) ปลาอุกหลังเขียว (สมบัติ และอรณพ, 2550)

การทดลองอนุบาลปลาตะเพียนจุดวัยอ่อน อายุ 5 วัน มีความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 4.23 ± 0.01 มิลลิเมตร และน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.0005 ± 0.0001 ด้วยอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน คือ 10, 20 และ 30 ตัวต่อลิตร เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่าลูกปลาที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 10 และ 20 ตัวต่อลิตร มีการเจริญเติบโตด้านความยาวและน้ำหนัก และอัตราการรอดตายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่ามากกว่าลูกปลาที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่น 30 ตัวต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่า ระดับความหนาแน่นที่สูงขึ้นมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลามีแนวโน้มลดลง สอดคล้องกับการทดลองในปลาแก้วซ่า (สุภาพ, 2546) และปลาตะเพียนทราย (พงษ์พันธ์ และคณะ, 2551) โดยทั่วไปเมื่อเลี้ยงปลาด้วยอัตราความหนาแน่นเพิ่มขึ้น การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายจะลดลง เนื่องจากปัจจัยต่างๆ เปลี่ยนแปลง เช่น สภาพแวดล้อมที่ปลาอาศัยอยู่กับแคบลง เกิดการแข่งขันในการกินอาหาร เมื่อปลาเกิดความเครียดทำให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายลดลง (Allen, 1974; Refstie, 1977; Trzebiatowski *et al.*, 1981; Leatherland and Cho, 1985; Pickering and Pottinger, 1989; Pickering, 1984; Yang *et al.*, 1996 and Chakraborty and Mirza, 2007) นอกจากนี้ ประสิทธิภาพ (2512) ได้กล่าวว่า ปลาที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่นสูงๆ จะมีการเจริญเติบโตช้า ทั้งนี้เพราะว่าปลาเกิดความเครียดจากของเสียที่ปลาขับออกมา ถึงแม้ว่าสภาพแวดล้อมที่ปลาอาศัยอยู่จะมีปริมาณออกซิเจนอย่างเพียงพอก็ตาม ส่วนคุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลองครั้งนี้ พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่

การศึกษาการเพาะและอนุบาลปลาตะเพียนจุด สรุปได้ว่า การใช้ Bus 10 ไมโครกรัม ร่วมกับ Dom 10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแม่พันธุ์ 1 กิโลกรัม เป็นอัตราการใช้ Bus ที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากใช้ในปริมาณน้อยที่สุด แต่อัตราการปฏิสนธิเฉลี่ย อัตราการฟักเฉลี่ย และอัตราการรอดตายเฉลี่ยไม่ต่างกับอัตราการใช้ Bus ในความเข้มข้นอื่นๆ ไข่ปลาตะเพียนจุดมีลักษณะกลม สีน้ำตาลอมเหลือง ใส จมติดกับวัสดุ ใช้เวลาฟักเป็นระยะเวลา 17 ชั่วโมง 30 นาที ที่อุณหภูมิ น้ำ 26.2-27.8 °C และมีการพัฒนาอวัยวะต่างๆ จนมีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย ใช้เวลา 45 วัน และการอนุบาลลูกปลาตะเพียนจุดในตู้กระจกที่อัตรา 20 ตัวต่อลิตร เป็นอัตราการปล่อยที่เหมาะสมที่สุดเมื่อพิจารณาจากการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2546. คู่มือการติดตามตรวจสอบและประเมินคุณสมบัติของน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน. 85 หน้า.
- คทาวิช ปานบุญ, อุดมชัย อากาศอนู, บรรจง จำนงศิศธรรม และ आयวัฒน์ นิลศรี. 2551. การเพาะพันธุ์ปลาแดงน้อยโดยวิธีการฉีดฮอร์โมน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 32/2551. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 31 หน้า.
- จรัญ จันทลักขณา. 2534. สถิติวิธีวิเคราะห์และการวางแผนงานวิจัย. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช. กรุงเทพมหานคร. 468 หน้า.
- เจริญ อุดมการณ์ และ สมบัติ สิงห์สี. 2547. ผลของฮอร์โมนและต่อมใต้สมองต่อการตกไข่ปลาโพง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 25/2547. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 14 หน้า.
- ชวลิต วิทยานนท์. 2547. คู่มือปลาน้ำจืด. สำนักพิมพ์สารคดี, กรุงเทพมหานคร. 232 หน้า.
- ชัยศิริ ศิริกุล และ วิวัฒน์ ปรารมภ์. 2538. การเพาะและอนุบาลลูกปลาโพง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 23/2538. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 82 หน้า.
- เชิดศักดิ์ วงษ์กมลชุนห์ และ ธนวัฒน์ ชัชวาลชาติ. 2538. การเพาะพันธุ์ปลาแก้มช้ำ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 15/2538. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 29 หน้า.
- นฤพล สุขุมาสวิน. 2537. ผลของความเข้มข้นที่สูงมากๆ ของ Buserelin ต่อการวางไข่ของแม่ปลาตะเพียนขาว. วารสารประมง 47(5) : 415-420.
- ธีรวัฒน์ สัมภวานะ, สุวิภา บานเย็น และ นพดล จินดาพันธ์. 2550. การเพาะพันธุ์ปลาแขยงนวล. เอกสารวิชาการฉบับที่ 17/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 24 หน้า.
- ประสิทธิ์ เอกอรุ. 2512. การเลี้ยงปลาสายในกระชังเมื่อในอัตราส่วนต่างๆ กัน. ใน: รายงานประจำปีสถานีประมงน้ำจืดชัยนาท, กองบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำ, กรมประมง. หน้า 17-24.
- พงษ์พันธ์ สุนทรวิภาต, เมธา คชาภิชาติ, สิริฉัตร สุนทรวิภาต, ไชยวัฒน์ รัตนดาชาย และ อภิชาติ เต็มวิษชากร. 2551. การเพาะและอนุบาลปลาตะเพียนทราย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 31/2551. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 32 หน้า.
- ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, สุจินต์ หนูขวัญ, กำชัย ลาวัณยุทธิ, วีระ วัชรกรโยธิน และ นวลมณี พงศ์ธนา. 2539. หลักการเพาะเลี้ยงปลา. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 30/2539. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 124 หน้า.
- มันสิน ตันกุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2544. การจัดการคุณสมบัติของน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 319 หน้า.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2530. เกณฑ์คุณสมบัติของน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 75/2530. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 38 หน้า.

- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 115 หน้า.
- วรัญญู ขุนเจริญ, โสภิศ ไชยยาว และ เรณู สิริมงคลถาวร. 2549. การเพาะพันธุ์ปลาสังกะวาดท้องคม. เอกสารวิชาการฉบับที่ 70/2549. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 28 หน้า.
- วรัญญู ขุนเจริญ, โสภิศ ไชยยาว และ สุพัทธ์ ศรีพัฒน์. 2549. การเพาะพันธุ์ปลาโพง รุ่น F1. เอกสารวิชาการฉบับที่ 69/2549. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 27 หน้า.
- วิวัฒน์ ประรามภ์, ยุพภรณ์ เชี่ยววิทย์ และ วิจักษ์ ขุนพลช่วย. 2546. การเพาะและอนุบาลปลาหมออารีย์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2546. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 38 หน้า.
- วิวัฒน์ ประรามภ์, อารีย์ ช้อนแหม่ม, นพรัตน์ อยู่รุ่ง, ยุพภรณ์ เชี่ยววิทย์ และ พัชรี สิงห์สม. 2551. การเพาะและอนุบาลปลาตะเพียนน้ำตก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2551. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 35 หน้า.
- วิศณุพร รัตนศรีวงศ์, สมนึก คงรัตน์, ยงยุทธ ทักนิญ และ นิตยา เพ็ญนภรณ์. 2537. การเพาะพันธุ์ปลาแค้ว. ใน: รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2537 กรมประมง. หน้า 458-464.
- วิศณุพร รัตนศรีวงศ์, สมนึก คงรัตน์, อนันต์ เหล่าแหม่ม และ มนัส จันทสูตร. 2538. การเพาะพันธุ์ปลาสาบ. ใน: รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2538 กรมประมง. หน้า 234-240.
- สมบัติ สิงห์สี และ อรรณพ อิ่มศิลป์. 2550. ผลของฮอร์โมนต่างชนิดต่อการวางไข่ปลาอินทผลุ้ง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 41 หน้า.
- สมาน บือราเฮง. 2550. การเพาะและอนุบาลปลาคูกเนื้อเลน (*Clarias meladerma* Bleeker, 1847). เอกสารวิชาการฉบับที่ 26/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 29 หน้า.
- สมโภชน์ อัคระทวิวัฒน์. 2547. สารานุกรมปลาน้ำจืดไทย เล่ม 1. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, กรุงเทพมหานคร. 264 หน้า.
- สุจิตรา สหสันตฤกษ์พงษ์, สมบัติ สิงห์สี, พิน พลไชย และ มาลัย อิ่มศิลป์. 2547. ผลของฮอร์โมนชนิดต่างๆต่อการตกไข่ของปลาสาบ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 59/2547. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 14 หน้า.
- สุชาติ ไกรสุรสีห์ และ อำไพพรรณ ไกรสุรสีห์. 2551. การเพาะพันธุ์ปลาช้างขวานเล็กโดยใช้วัสดุที่วางไข่ต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 35/2551. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 38 หน้า.
- สุภาพ แก้วละเอียด. 2546. การอนุบาลลูกปลาแก้วในความหนาแน่นต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 17/2546. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 11 หน้า.
- สุภาพ แก้วละเอียด, จีรศักดิ์ สมทรง และ โสภิศ ไชยยาว. 2548. การเพาะพันธุ์ปลาสังกะวาดเหลือง. สารวิชาการประมง 1(2) : 105-107.
- อภิชาติ เต็มวิษชากร. 2546. ลูกปลาไวอ่อน. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 130 หน้า.

- อภิชาติ เต็มวิษชากร, ดวงมาศ บัวนาค, สิริฉัตร สุนทรวิภาต, อภิรดี หันพงษ์กิตติกุล และ สิริวรรณ สุขศรี. 2548. พัฒนาการและการจำแนกกลุ่มและกลุ่มย่อยของลูกปลาวัยอ่อนในวงศ์ย่อยปลาตะเพียน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 44/2548. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 78 หน้า.
- อรรถนพ อิมศิริปป์, วิทยา ดินนังวัฒนะ และ มาลัย อิมศิริปป์. 2545. การเพาะพันธุ์ปลาจาก. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 11/2545. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 31 หน้า.
- อุทัยรัตน์ ณ นคร. 2538. การเพาะขยายพันธุ์ปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 239 หน้า.
- Allen, K. O. 1974. Effects of stocking and water exchange rate on growth and survival of channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), in circular tanks. *Aquaculture* 4: 29-39.
- Chakraborty, B. K. and M. J. A. Mirza. 2007. Effect of stocking density on survival and growth of endangered bata, *Labeo bata* (Hamilton-Buchanan) in nursery ponds. *Aquaculture* 265: 156-162.
- Frances, J., B. F. Nowak and G. L. Allan. 2000. Effects of ammonia on juvenile silver perch (*Bidyanus bidyanus*). *Aquaculture* 183: 95-103.
- Hepher, B. 1988. Nutrition of pond fishes. Cambridge University Press. New York. 388 pp.
- Ip, Y. K., Chew, S. F. And Randall, D. J. 2001. Ammonia toxicity, tolerance and excretion. In: Wright, P. A., Anderson, P. M. (Eds.) Fish physiology, nitrogen excretion. 20: 109-148.
- Lawson, T. B. 1995. Fundamentals of aquaculture engineering. Chapman & Hall, New York. 355 pp.
- Leatherland, J. F. and C. Y. Cho. 1985. Effect of rearing density on thyroid and interrenal gland activity and plasma and hepatic metabolite levels in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish Biol.* 27: 583-592.
- Pickering, A. D. 1984. Cortisol-induced lymphocytopenia in brown trout (*Salmo trutta*). *J. Endocrinol.* 53: 252-259.
- Pickering, A. D. and T. G. Pottinger. 1989. Stress responses and disease resistance in salmonid fish: Effects of chronic elevation of plasma cortisol. *Fish Physiol. Biochem.* 7: 253-258.
- Refstie, T. 1977. Effect of density on growth and survival of rainbow trout. *Aquaculture* 11: 329-334.
- Roberts, T.R. 1989. The freshwater fishes of Western Borneo (Kalimantan Barat, Indonesia). *Mem. Calif. Acad. Sci.* 14: 210.
- Rainboth, W.J. 1996. Fishes of the Cambodian Mekong. Rome, FAO. 265 pp.
- Shirota, A. 1970. Studies on mouth size of fish larvae. *Bull. Job. Soc. Sci. Fish.* 36(4): 353-368.
- Trzebiatowski, R., J. Filipiak and R. Jakubowski. 1981. Effect of stock density on growth and survival of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture* 22: 289-295.
- Yang Yi, C. K. Lin, and J. S. Diana. 1996. Influence of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stocking density in cages on their growth and yield in cages and in ponds containing the cages. *Aquaculture* 146: 205-215.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ความยาว น้ำหนัก น้ำหนักไข่ และจำนวนไข่ของแม่ปลาตะเพียนจุด

ตัวที่	ความยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนักไข่ (กรัม)	จำนวนไข่ต่อกรัม (ฟอง)	จำนวนไข่ต่อแม่ (ฟอง)
1	12.63	36.35	4.52	1,872	8,701
2	13.20	40.15	6.85	1,993	13,186
3	12.54	41.95	4.23	1,848	8,143
4	13.28	40.89	7.58	2,298	14,592
5	12.58	36.14	7.52	1,859	14,476
6	12.96	34.68	5.73	1,894	11,030
7	13.00	38.29	6.37	1,984	12,262
8	12.30	33.40	5.62	1,793	10,819
9	13.64	42.20	7.68	2,343	14,784
10	12.48	36.80	4.86	1,849	9,356
11	12.26	39.90	6.56	1,794	12,628
12	11.50	34.69	4.77	1,633	9,182
13	11.76	29.45	4.89	1,622	9,413
14	11.85	32.59	4.48	1,742	8,624
15	13.53	40.31	6.64	2,347	12,782
เฉลี่ย	12.63±0.64	37.19±3.76	5.89±1.22	1,925±234	11,332±2,353

ตารางผนวกที่ 2 ความยาวและน้ำหนักของพ่อแม่พันธุ์ เวลาตกไข่ อัตราการตกไข่ น้ำหนักไข่ที่รีดได้ และจำนวนไข่ทั้งหมดต่อแม่จากการเพาะพันธุ์ปลาตะเพียนจุดโดยใช้ความเข้มข้นของ Bus ในระดับต่างๆ กัน (ฉีดครั้งเดียว)

ชุดการทดลอง	ซ้ำที่	พ่อพันธุ์				แม่พันธุ์			
		ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	เวลาตกไข่ (ชั่วโมง)	อัตราการตกไข่ (เปอร์เซ็นต์)	น้ำหนักไข่ที่รีดได้ (กรัม)	จำนวนไข่ทั้งหมดต่อแม่ (ฟอง)
ไมโครกรัม	1	10.35	20.38	12.85	35.24	4-5	100	5.75	11,069
	2	10.75	20.56	12.62	35.35	4-5	100	7.07	13,610
	3	10.45	20.45	12.58	36.14	4-5	100	6.48	12,474
เฉลี่ย		10.52±0.21 ^a	20.46±0.09 ^a	12.68±0.15 ^a	35.58±0.49 ^a		100±0.00 ^a	6.43±0.66 ^a	12,384±1,273 ^a
ไมโครกรัม	1	10.25	20.24	12.47	34.64	4-5	100	5.83	11,223
	2	10.68	20.52	12.65	35.87	4-5	100	6.82	13,129
	3	10.74	20.86	12.58	34.53	4-5	100	5.68	10,934
เฉลี่ย		10.56±0.27 ^a	20.54±0.31 ^a	12.57±0.09 ^a	35.01±0.74 ^a		100±0.00 ^a	6.11±0.62 ^a	11,762±1,192 ^a
ไมโครกรัม	1	10.67	20.48	12.64	34.28	4-5	100	5.73	11,030
	2	10.56	20.23	12.72	34.86	4-5	100	7.32	14,091
	3	10.58	20.21	12.68	35.33	4-5	100	6.86	13,206
เฉลี่ย		10.60±0.06 ^a	20.31±0.15 ^a	12.68±0.04 ^a	34.82±0.53 ^a		100±0.00 ^a	6.64±0.82 ^a	12,776±1,575 ^a
ไมโครกรัม	1	10.24	20.32	12.67	34.64	4-5	100	6.44	12,397
	2	10.48	20.53	12.36	34.78	4-5	100	7.18	13,822
	3	10.30	20.74	12.74	35.46	4-5	100	5.75	11,069
เฉลี่ย		10.34±0.12 ^a	20.53±0.21 ^a	12.59±0.20 ^a	34.96±0.44 ^a		100±0.00 ^a	6.46±0.72 ^a	12,429±1,377 ^a
ไมโครกรัม	1	10.42	20.46	13.17	35.73	4-5	100	6.58	12,667
	2	10.58	20.62	12.48	34.86	4-5	100	4.63	8,913
	3	10.23	20.25	12.63	35.37	4-5	100	6.89	13,263
เฉลี่ย		10.41±0.18 ^a	20.44±0.19 ^a	12.76±0.36 ^a	35.32±0.44 ^a		100±0.00 ^a	6.03±1.23 ^a	11,614±2,358 ^a
น้ำกลั่น (ชุดควบคุม)	1	10.20	20.33	12.56	35.75	รีดไข่ไม่ได้			
	2	10.27	20.35	12.82	34.83	รีดไข่ไม่ได้			
	3	10.48	20.38	13.28	35.51	รีดไข่ไม่ได้			
เฉลี่ย		10.32±0.15 ^a	20.35±0.03 ^a	12.89±0.36 ^a	35.36±0.48 ^a				
เฉลี่ยทั้งหมด		10.46±0.19	20.44±0.18	12.69±0.23	35.18±0.52				

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าเฉลี่ยที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางผนวกที่ 3 อัตราการปฏิเสธสิทธิ อัตราการฟีก และอัตราการรอดตายจากการเพาะพันธุ์ปลาตะเพียนจุด โดยใช้ความเข้มข้นของ Bus ในระดับต่างๆ กัน (ฉีดครั้งเดียว)

ชุดการทดลอง	ซ้ำที่	อัตราการปฏิเสธสิทธิ (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการฟีก (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
10 ไมโครกรัม	1	89.00	76.00	58.00
	2	91.00	80.00	52.00
	3	87.00	73.00	57.00
เฉลี่ย		89.00±2.00 ^a	76.33±3.51 ^a	55.67±3.21 ^a
15 ไมโครกรัม	1	91.00	81.00	56.00
	2	89.00	74.00	52.00
	3	85.00	76.00	53.00
เฉลี่ย		88.33±3.06 ^a	77.00±3.61 ^a	53.67±2.08 ^a
20 ไมโครกรัม	1	92.00	82.00	59.00
	2	90.00	80.00	57.00
	3	89.00	77.00	56.00
เฉลี่ย		90.33±1.53 ^a	79.67±2.52 ^a	57.33±1.53 ^a
25 ไมโครกรัม	1	92.00	79.00	59.00
	2	88.00	73.00	56.00
	3	89.00	74.00	54.00
เฉลี่ย		89.67±2.08 ^a	75.33±3.21 ^a	56.33±2.52 ^a
30 ไมโครกรัม	1	88.00	77.00	55.00
	2	85.00	75.00	54.00
	3	88.00	73.00	51.00
เฉลี่ย		87.00±1.73 ^a	75.00±2.00 ^a	53.33±2.08 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าเฉลี่ยที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

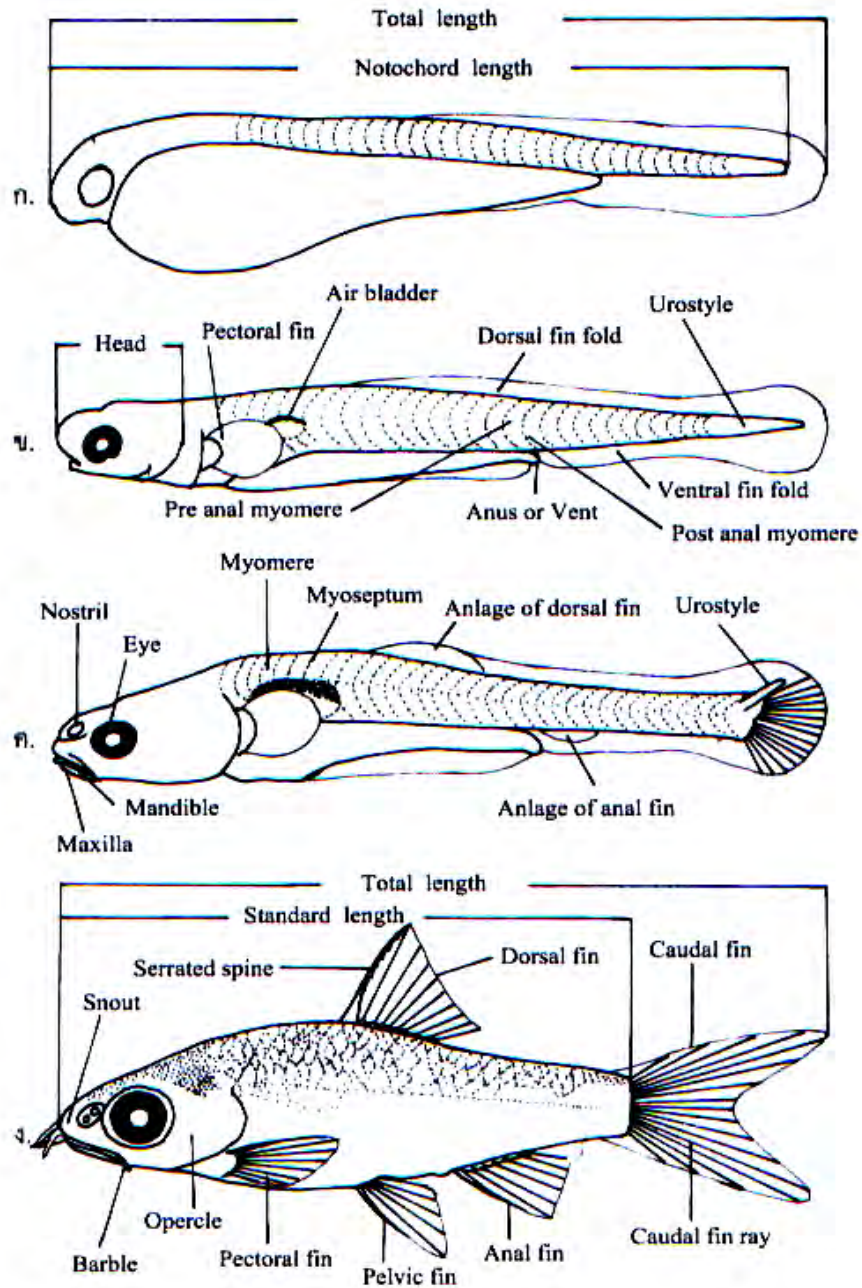
ตารางผนวกที่ 4 เส้นผ่านศูนย์กลางไปป์โลหะเพี้ยนจุดก่อนสัมผัสน้ำและหลังสัมผัสน้ำ

ลำดับที่	เส้นผ่านศูนย์กลางไปป์โลหะเพี้ยนจุด (มิลลิเมตร)	
	ก่อนผสมน้ำ	หลังผสมน้ำ
1	1.03	1.32
2	1.01	1.29
3	1.02	1.28
4	1.00	1.22
5	1.02	1.31
6	1.03	1.43
7	1.03	1.51
8	1.02	1.40
9	1.02	1.32
10	1.01	1.26
11	1.02	1.34
12	1.04	1.39
13	1.03	1.34
14	1.02	1.33
15	1.03	1.40
16	1.02	1.33
17	1.01	1.25
18	1.02	1.34
19	1.02	1.36
20	1.03	1.39
21	1.02	1.34
22	1.02	1.32
23	1.00	1.30
24	1.01	1.29
25	1.03	1.36
26	1.03	1.36
27	1.02	1.28
28	1.01	1.29
29	1.02	1.40
30	1.02	1.39
เฉลี่ย	1.02±0.01	1.34±0.06

ตารางผนวกที่ 5 สัดส่วนของแอมโมเนียอิสระในสารละลายที่อุณหภูมิและ pH แตกต่างกัน
(Emmerson *et al.*, 1975)

pH	อุณหภูมิ (°C)						
	20	22	24	26	28	30	32
7.0	0.0039	0.0046	0.0052	0.0060	0.0069	0.0080	0.0093
7.2	0.0062	0.0072	0.0083	0.0096	0.0110	0.0126	0.0150
7.4	0.0098	0.0114	0.0131	0.0150	0.0173	0.0198	0.0236
7.6	0.0155	0.0179	0.0206	0.0236	0.0271	0.0310	0.0369
7.8	0.0244	0.0281	0.0322	0.0370	0.0423	0.0482	0.0572
8.0	0.0381	0.0438	0.0502	0.0574	0.0654	0.0743	0.0877
8.2	0.0590	0.0676	0.0772	0.0880	0.0998	0.1129	0.1322
8.4	0.0904	0.1031	0.1171	0.1326	0.1495	0.1678	0.1948
8.6	0.1361	0.1541	0.1737	0.1950	0.2178	0.2422	0.2768
8.8	0.1998	0.2241	0.2500	0.2774	0.3062	0.3362	0.3776
9.0	0.2836	0.3140	0.3456	0.3783	0.4116	0.4453	0.4902
9.2	0.3855	0.4204	0.4557	0.4909	0.5258	0.5599	0.6038
9.4	0.4985	0.5348	0.5702	0.6045	0.6373	0.6685	0.7072
9.6	0.6117	0.6456	0.6777	0.7078	0.7358	0.7617	0.7929
9.8	0.7140	0.7428	0.7692	0.7933	0.8153	0.8351	0.8585
10.0	0.7983	0.8207	0.8408	0.8588	0.8749	0.8892	0.9058
10.2	0.8625	0.8788	0.8933	0.9060	0.9173	0.9271	0.9389

หมายเหตุ ค่าแอมโมเนียอิสระคำนวณได้จากค่าแอมโมเนียรวมคูณด้วยสัดส่วนของแอมโมเนียอิสระ
ที่ได้จากตารางนี้โดยใช้ค่า pH และอุณหภูมิของน้ำตัวอย่าง



- ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะ โครงสร้างภายนอก (morphometric character) ของลูกปลาในวงศ์ย่อยปลาตะเพียน (Subfamily Cyprininae) ในระยะต่างๆ (อภิชาติ และคณะ, 2548)
- ก. ระยะลูกปลาวัยอ่อนที่มีถุงอาหารสำรองปรากฏอยู่ (yolk sac stage)
 - ข. ลูกปลาวัยอ่อนระยะแรก (pre larval stage)
 - ค. ลูกปลาวัยอ่อนระยะหลัง (post larval stage)
 - ง. ลูกปลาขนาดเล็ก (juvenile stage)



ภาพผนวกที่ 2 พ่อแม่พันธุ์ปลาทะเลเขียวจุด



ภาพผนวกที่ 3ผ่าช่องท้องเพื่อศึกษาความคกของไข่ปลาทะเลเขียวจุด



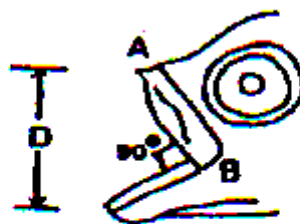
ภาพผนวกที่ 4 รีดไข่แม่ปลาทะเพียนจุด



ภาพผนวกที่ 5 รีดน้ำเชื้อพ่อปลาทะเพียนจุดผสมกับไข่



ภาพผนวกที่ 6 ตู้ฟักไข่ปลาตะเพียนจุด



$$D = \sqrt{2 AB}$$

D = ความกว้างของปากลูกปลา (มิลลิเมตร)

AB = ความยาวของขากรรไกรบน (มิลลิเมตร)

ภาพผนวกที่ 7 การศึกษาขนาดปากลูกปลา