

การวางไข่ของปลา *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851)

จากพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงในระบบน้ำหมุนเวียน

สุทธิชัย ฤทธิธรรม พรรณติยา ใจอ่อน และวรรคร สุขสวัสดิ์

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร

127 หมู่ 8 ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร 74000

บทคัดย่อ

ปลา *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851) ไข่เจริญพันธุ์ที่เลี้ยงในระบบน้ำหมุนเวียน อัตราความหนาแน่น 5 ตัว ต่อ ลูกบาศก์เมตร สามารถผสมพันธุ์วางไข่ได้เองตามธรรมชาติโดยไม่ต้องกระตุ้นด้วยวิธีการอื่นใด ปลาที่มีพฤติกรรมการวางไข่เป็นฝูงช่วงเวลาหลังตะวันตกดินเล็กน้อย 20.30 – 21.00 นาฬิกา ไข่มีลักษณะกลมใส ครึ่งจมครึ่งลอย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย เท่ากับ 0.8775 ± 0.233 มิลลิเมตร หดน้ำมันมีหยดเดียว ปริมาตรเฉลี่ย เท่ากับ 0.00743 ± 0.00039 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ไข่มีระยะเวลาในการพัฒนาจนลูกปลาฟักเป็นตัว ประมาณ 16 ชั่วโมง 30 นาที ที่อุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียส ลูกปลาแรกฟักมีความยาวเฉลี่ยเฉลี่ย เท่ากับ 2.2906 ± 0.1150 มิลลิเมตร อนุบาลลูกปลาวัยอ่อนด้วย คลอเรลลา ไดอะตอม โรติเฟอร์ โคพีพอด และอาร์ทีเมียแรกฟัก ระยะเวลา 18 วัน ลูกปลามีลักษณะของสีลำตัวและลายจุดสีดำนี้อ่อน ปลาที่ตัวเต็มวัย ในระยะเวลา 28-30 วัน ลูกปลามีขนาดความยาว 2.5 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังพบว่า ลูกปลาเริ่มสร้างรังไข่และอุ้งน้ำเชื้อเมื่อเลี้ยงในกระชังในบ่อดินเป็นเวลา 3 เดือน

คำสำคัญ: การวางไข่ พัฒนาการตัวอ่อน ระบบน้ำหมุนเวียน ปลา *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851)

*ผู้รับผิดชอบ: ๑๒๗ หมู่ ๘ ต. โคกขาม อ. เมือง จ. สมุทรสาคร ๗๔๐๐๐ โทร ๐ ๓๔๔๒ ๖๒๒๐

e-mail: rittitum@yahoo.com

Spawning of Short-body Mackerel *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851)

: Brood Stock raised in Water Recirculation System

Suttichai Rittitum, Pantiya Jai-on and Voradorn Suksawat

Samutsakorn Coastal Fisheries Research and Development Center

127 Moo 8 Tambol Kokkarm, Amphoe Maung, Samutsakorn 74000

Abstract

Mature Short-body Mackerel *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851) were raised in water recirculation tank at density 5 individuals per cubic meter. Spawning occurred naturally, between 8.30 – 9.00 pm, without any artificial stimulation. Group spawning behavior was observed. Egg was transparent, roundish and semi-buoyancy, average diameter 0.8775 ± 0.233 millimeters. Egg contained single oil drop, average volume 0.00743 ± 0.00039 cubic millimeter. The hatching period was around 16 hours 30 minutes at water temperature 31°C . The newly hatch larva average total length was 2.2906 ± 0.1150 millimeters. Fish larva feed on chlorella, diatom, rotifer, copepod and newly hatch artemia. The color of body and black spot occurred in 18 days. The fish larva grew up to juvenile stage, body length 2.5 centimeters, within 28-30 days. The result also shown that juvenile fish, raised in cage in earthen pond, began to develop ovary and testis at 3 months old.

Key word: Spawning, Embryo development, Water recirculation system, Short-body Mackerel, *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851)

* Corresponding author : 127 Moo 8, Tambol Kokharm, Muang District, Samutsakorn Province 74000

Tel. 0 3442 6220 e-mail : rittitum@yahoo.com

คำนำ

ปลาและปลาลังกินแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหารหลัก (สุณีย์ และอำพัน, 2508) (Sivadas and Bhaskaran, 2009) ซึ่งแพลงก์ตอนเป็นสิ่งมีชีวิตในชั้นปฐมภูมิของวงจรห่วงโซ่อาหารธรรมชาติที่มีอยู่มากมายในทะเล จึงถือว่าใช้ประโยชน์จากขั้นตอนการถ่ายทอดได้สิ้นสุดที่สุดและมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอ่าวไทยที่แม่น้ำสายใหญ่ๆ หลายสายชะล้างสารอินทรีย์ปริมาณมหาศาลจากแผ่นดินลงสู่ทะเลในฤดูมรสุม จึงสามารถจับปลาและปลาลังได้มาก แต่ในปัจจุบันมีการทำประมงปลามากเกินไป ซึ่งผลตอบแทนต่อสังคมส่วนรวมควรจะมากกว่านี้ หากทรัพยากรปลาได้รับการจัดการ (สมหญิง, 2536) เนื่องจากผลผลิตในทะเลมีจำกัด อีกทั้งต้องรักษาภาวะแวดล้อมและความหลากหลายทางชีวภาพด้วย การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงเป็นทางเลือกสำหรับการผลิตอาหารโปรตีนเพื่อการบริโภคของมนุษย์ ซึ่งองค์การสหประชาชาติประมาณว่ามนุษย์จะเพิ่มขึ้นถึง 9,000 ล้านคนในอีก 50 ปี ข้างหน้า

อาหารเป็นปัจจัยการผลิตที่จำเป็นในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และมีสัดส่วนค่าใช้จ่ายสูงที่สุด ปลาสามารถกรองกินแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติได้ส่วนหนึ่ง จึงน่าจะเป็นส่วนสำคัญในการลดการใช้ปัจจัยการผลิตได้มาก เมื่อต้องการเพิ่มผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อความมั่นคงทางอาหารของมนุษย์ รวมทั้งปลาสามารถย่อยแพลงก์ตอนได้ทุกชนิด เช่น ไดอะตอม สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ไดโนแฟลกเจลเลต สาหร่ายสีเขียว และ ฯลฯ จึงน่าจะไม่เพิ่มภาระเกี่ยวกับการใช้ปลาป่นมากเท่ากับการผลิตสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ แนวคิดในวิจัยการเพาะเลี้ยงปลาจึงเป็นการตอบโจทย์ข้อสำคัญเรื่องการเพาะเลี้ยงอย่างยั่งยืน อีกทั้งยังช่วยลดผลกระทบในทางอ้อมได้อีกหลายประการ อาทิเช่น ภาวะน้ำทะเลเปลี่ยนสีโดยการกรองกินแพลงก์ตอนพืชออกไป

การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ให้สมบูรณ์ แข็งแรง เป็นหัวใจสำคัญอันดับแรกๆ ของขั้นตอนการพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทุกชนิด นอกเหนือจากการกำหนดวิธีการขุนเลี้ยง ส่วนผสมของอาหารให้มีคุณค่าครบถ้วนต่อการพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์แล้ว คุณภาพน้ำจะต้องดี คงที่ ต่อเนื่อง สอดคล้องกับความต้องการพื้นฐานตามระบบนิเวศดั้งเดิมของพ่อแม่พันธุ์สัตว์น้ำชนิดนั้นๆ ดังนั้น การพัฒนาระบบน้ำหมุนเวียนเพื่อการขุนเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ต้องอยู่ในลำดับความสำคัญแรก เพื่อให้สามารถผลิตลูกพันธุ์ปลาได้ต่อเนื่องไม่ขึ้นกับฤดูกาล มีปริมาณมากเพียงพอโดยใช้ค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการรวบรวมจากธรรมชาติ อีกทั้งสามารถรองรับงานวิจัยและพัฒนาสายพันธุ์ปลาให้มีคุณลักษณะที่ตรงกับความต้องการของเกษตรกร ซึ่งจะสามารถทำให้ธุรกิจการเพาะเลี้ยงปลาขับเคลื่อนได้ครบวงจร

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการวางไข่และวิธีการเก็บรวบรวมไข่ปลาจากพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงในระบบน้ำหมุนเวียน
2. ศึกษาวิธีการอนุบาลลูกปลาในโรงเพาะฟัก

วิธีดำเนินการและอุปกรณ์

ดำเนินการศึกษาทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร 127 หมู่ 8 ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

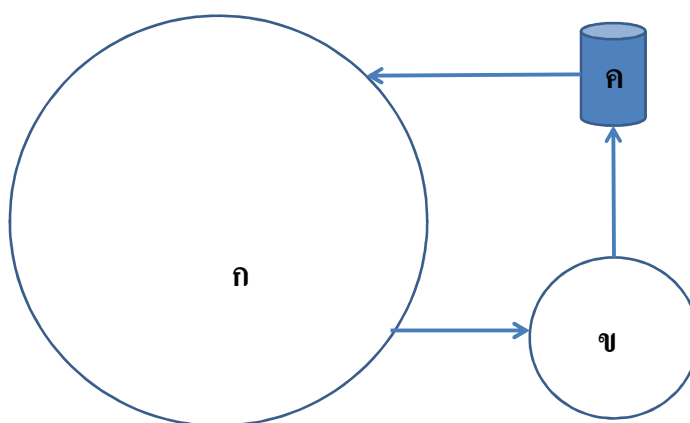
1. การขุนเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์

รวบรวมปลาวัยรุ่นจากโปะในเขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสงครามในเดือนพฤศจิกายน 2553 นำมาเลี้ยงในกระชังในบ่อดินเป็นเวลานาน 6 เดือน ให้อาหารวันละ 3 ครั้ง ช่วงเวลากลางวัน ด้วยอาร์ทีเมีย ตัวเต็มวัยมีชีวิต ร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปของลูกปลากระพงเสริมน้ำมันปลาและวิตามินซี จนเติบโตถึงวัยเจริญพันธุ์ และในเดือนมิถุนายน 2554 ย้ายปลาทุ จำนวน 25 ตัว ขึ้นมาขุนเลี้ยงในโรงเพาะฟัก

2. การกระตุ้นการวางไข่

ในเดือนมิถุนายน 2554 คัดเลือกปลาที่สมบูรณ์ จำนวน 25 ตัว มาเลี้ยงในระบบน้ำหมุนเวียน อัตราความหนาแน่น 5 ตัว ต่อ ลูกบาศก์เมตร น้ำที่ใช้ในระบบเตรียมจากน้ำทะเลชายฝั่งที่พักไว้ในบ่อดิน นำมาปรับแต่งความเค็มให้ได้เท่ากับ 30 ส่วนในพัน ควบคุมคุณภาพให้มีความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.5 – 8.0 อัลคาไลน์อยู่ระหว่าง 116 – 120 มิลลิกรัมต่อลิตร ฆ่าเชื้อด้วยแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ 12 ส่วนในพัน กรองด้วยถุงกรองขนาด 10 ไมครอน

ระบบหมุนเวียนน้ำ ประกอบด้วย ถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 5 ลูกบาศก์เมตร ถังกรองชีวภาพ ขนาด 0.5 ลูกบาศก์เมตร วัสดุกรองในถังกรองชีวภาพ ประกอบด้วย เปลือกหอยนางรม และทราย อัตราการไหลเวียนของน้ำ 4 ลูกบาศก์เมตร ต่อ ชั่วโมง (ภาพที่ 1) และใช้โปรตีนสกินเมอร์เก็บสารอินทรีย์ส่วนเกินออกจากน้ำ ควบคุมกระแสน้ำในถังเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ให้มีความเร็วประมาณ 0.5 เมตร ต่อ วินาที



- ก. ถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 5 ลูกบาศก์เมตร สำหรับเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลาทุ
- ข. ถังพลาสติก ขนาด 0.5 ลูกบาศก์เมตร บรรจุวัสดุกรอง
- ค. โปรตีนสกินเมอร์ อัตราการไหล 4 ลูกบาศก์เมตร ต่อ ชั่วโมง

ภาพที่ 1 ระบบน้ำหมุนเวียน เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลาทุ

ดูดตะกอนทุกวัน พร้อมเปลี่ยนถ่ายน้ำ 5 เปอร์เซ็นต์ ต่อ วัน ควบคุมความเค็มให้อยู่ในระดับ 30 ส่วนในพัน เดิมน้ำปูนใสเพื่อควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง เดิมอากาศให้ออกซิเจนที่ละลายในน้ำอ้อมตัวอยู่ตลอดเวลา ควบคุมอุณหภูมิให้ผันแปรระหว่างวันน้อยที่สุดโดยการสร้างโรงเรือนขนาดเล็ก พรางด้านข้างบุด้วยแผ่นพลาสติก PE สีดำ ด้านบนบุด้วยแผ่นพลาสติกใส ให้แสงสว่างเป็นไปตามปกติในรอบวัน

การขุนเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ในระบบน้ำหมุนเวียน ให้อาหารผสมแบบเปียกวันละ 5 – 6 ครั้ง ส่วนผสมประกอบด้วยอาหารเม็ดลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อน 25 เปอร์เซ็นต์ ปลาหมึกสด 25 เปอร์เซ็นต์ เปรียงทราย 25 เปอร์เซ็นต์ สาหร่ายสไปรูลินา 25 เปอร์เซ็นต์ เสริมคุณค่าทางอาหารด้วย น้ำมันปลา วิตามินซี และวิตามินอี

3. การฟักไข่และอนุบาลลูกปลา

รวบรวมไข่ปลาโดยใช้กระชังผ้าโอล่อนแก้วกรองน้ำที่ทางน้ำล้น ฟักไข่ในถังพลาสติก ศึกษาวิธีการอนุบาลลูกปลาในแบบต่างๆ ศึกษาอาหารมีชีวิตและอาหารสำเร็จรูป อนุบาลลูกปลาระยะแรกฟักในถังไฟเบอร์กลาส ให้อาหารลูกปลาวัยอ่อนระยะแรกฟักด้วยไดอะตอม คลอเรลลา โรติเฟอร์ โคพีพอด และอาร์ทีเมียแรกฟัก เมื่อลูกปลาเติบโตถึง 2.5 เซนติเมตร จึงย้ายไปเลี้ยงในกระชังในบ่อดิน

4. การเก็บข้อมูล

นับจำนวนโดยการสุ่มทุกครั้งเพื่อหาค่าพิสัย และค่าเฉลี่ยของปริมาณไข่ปลา บันทึกถ่ายภาพโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ และวัดขนาดไข่และลูกปลาโดยโปรแกรมสำเร็จรูป Dinocapture 2.0 ของเลนส์กล้องถ่ายรูปแบบเคลื่อนย้ายได้ ศึกษาและการเก็บข้อมูล ดังนี้

4.1 ศึกษาคุณภาพน้ำในระบบน้ำหมุนเวียน

4.2 ศึกษาพฤติกรรมการวางไข่ ความถี่และปริมาณ

4.3 ประเมินอัตราการปฏิสนธิ อัตราการฟัก และอัตราการรอดตาย (จริยุทธ และคณะ, 2551)

การประเมินอัตราการปฏิสนธิ นับจำนวนไข่ดีเปรียบเทียบกับเป็นเปอร์เซ็นต์กับจำนวนไข่ทั้งหมด แล้วหาค่าเฉลี่ย นับไข่ที่มีการพัฒนามาถึงระยะ Closing of blastopore

$$\text{อัตราการปฏิสนธิ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนไข่ที่เจริญถึงระยะ closing of blastopore (ฟอง)}}{\text{จำนวนไข่ทั้งหมด (ฟอง)}} \times 100$$

การประเมินอัตราการฟัก โดยใช้ไข่ที่ศึกษาอัตราการปฏิสนธิ ศึกษาอัตราการฟัก จนกระทั่งไข่ฟักเป็นตัว นับจำนวนปลาเปรียบเทียบกับเป็นเปอร์เซ็นต์กับจำนวนไข่ปลาที่ได้รับการปฏิสนธิ สังเกตและตรวจนับจำนวนลูกปลาเพื่อคิดเป็นอัตราการรอดตายจากลูกปลาที่ฟัก

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

$$\text{อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนลูกปลาที่รอดชีวิต (ตัว)}}{\text{จำนวนลูกปลาที่ฟักออกจากไข่ (ตัว)}} \times 100$$

4.4 ศึกษาศักยภาพวิทยา สุ่มลูกปลาประมาณ 30 ตัวจากถังอนุบาล นำมาถ่ายรูปลงใต้อ่าง จุลทรรศน์ จับเวลาทุกระยะของพัฒนาการ วัดขนาดไข่และความยาวของลูกปลา (total length) ขนาดของถุง ไข่แดง และหยดน้ำมัน (oil globule) นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

สูตรคำนวณปริมาตรถุงไข่แดง (Fukuhara, 1986 อ้างตามธวัช, 2547)

$$\text{ปริมาตรถุงไข่แดง} = 4/3 \pi (R_1)^2 R_2$$

โดยที่ R_1 = ความยาวของแกนย่อย

R_2 = ความยาวของแกนหลัก

4.5 ตรวจวัดคุณภาพน้ำในระบบน้ำหมุนเวียนและบ่ออนุบาลเป็นระยะเวลา 30 วัน

วิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) แอมโมเนีย ไนไตรท์ อุณหภูมิของน้ำ และความเป็นด่าง (alkalinity) (APHA, AWWA and WEF, 2005)

ผลการศึกษา

1. การขุนเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ ปลาทุยวุ้นสามารถเติบโตถึงวัยเจริญพันธุ์สร้างไข่และน้ำเชื้อ สมบูรณ์ แต่ไม่สามารถจำแนกเพศจากลักษณะภายนอกได้

2. การวางไข่ ปลาวางไข่ครั้งแรกในวันที่ 11 กันยายน 2554 (ขึ้น 14 ค่ำ เดือน 10) หลังจาก นำเข้าขุนเลี้ยงในระบบนาน 70 วัน พฤติกรรมผสมพันธุ์วางไข่แบบรวมฝูง หลังจากตะวันตกดิน 20.30 – 21.00 นาฬิกา วางไข่อย่างต่อเนื่องหยุดเว้นระยะบางวันไม่แน่นอน ปริมาณไข่ที่วางแต่ละครั้งผันแปร ระหว่าง $14,560.37 \pm 7,367.32$ ฟอง อัตราการผสมอยู่ระหว่าง 63.97 ± 24.22 เปอร์เซ็นต์ อัตราการฟักอยู่ ระหว่าง 57.08 ± 19.27 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) หลังจากวันที่ 13 พฤศจิกายน 2554 ปลาหยุดวางไข่

3. การฟักไข่และอนุบาลลูกปลา ไข่มีสีฐานกลมใส ครีงจมครึ่งลอย เส้นผ่านศูนย์กลาง เฉลี่ย 0.8775 ± 0.233 มิลลิเมตร หยดน้ำมันมีหยดเดียว ปริมาตรเฉลี่ย 0.00743 ± 0.00039 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างถุงไข่แดงและเปลือกน้อยมาก ระยะเวลาในการฟักออกเป็นตัว 16 ชั่วโมง 30 นาที ที่ อุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียส

ฟักไข่ในถังพลาสติกขนาด 150 ลิตร ในโรงเพาะฟักที่อุณหภูมิห้อง หลังจากลูกปลาฟักออก เป็นตัวแล้ว 24 ชั่วโมง ย้ายลูกปลาออกไปอนุบาลในถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 5 ลูกบาศก์เมตร ภายนอกโรง เพาะฟัก พรางแสง 60 เปอร์เซ็นต์ รักษาอุณหภูมิช่วงกลางวันโดยคลุมถังด้วยผ้าพลาสติก ลูกปลาเริ่มกิน อาหารหลังจากฟักเป็นตัว 24 - 36 ชั่วโมง ให้อาหารด้วยคลอเรลลา ไคอะตอม ลูกปลาเริ่มกินโรติเฟอร์ได้ เมื่ออายุ 1.5 - 2 วัน และกินโคฟีพอด ไรน้ำกร่อย อาที่เมียแรกฟักได้เมื่ออายุ 6 วัน เสริมคุณค่าทางอาหารใน แพลงก์ตอนสัตว์ด้วย Super Selco ฝึกให้กินอาหารผงสำเร็จรูปแบบผสม เมื่ออายุได้ 7 วัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 แสดงวันที่ออกไป อุณหภูมิอากาศและน้ำ ความเค็ม ปริมาณไ้ อัตราไ้ดี อัตราฟักไ้ และการพัฒนาผ่านระยะ 48 ชั่วโมง ของปลาจากพ่อแม่พันธุ์จำนวน 25 ตัว

ลำดับ	วันที่	ข้างขึ้น/แรม	อุณหภูมิ	อุณหภูมิน้ำ	ความเค็ม	ปริมาณไข่	อัตราไข่ดี		อัตราฟักไข่		อายุ 48 ชั่วโมง	
			อากาศ (°C)	(°C)	(‰)	(ฟอง)	ปริมาณ	เปอร์เซ็นต์	ปริมาณ	เปอร์เซ็นต์	ปริมาณ	เปอร์เซ็นต์
1	11 ก.ย. 2554	ขึ้น 14 ค่ำ เดือน 10	29	27	28	20,000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
2	16 ก.ย. 2554	แรม 4 ค่ำ เดือน 10	28	27	28	20,560	16,563	80.56	9,806	59.20	5,462	55.70
3	17 ก.ย. 2554	แรม 5 ค่ำ เดือน 10	29.5	28	28	14,050	9,807	69.80	6,235	63.58	4,586	73.55
4	18 ก.ย. 2554	แรม 6 ค่ำ เดือน 10	28.5	27	29	23,270	15,560	66.87	8,674	55.75	5,672	65.39
5	19 ก.ย. 2554	แรม 7 ค่ำ เดือน 10	28	27	29	8,235	7,091	86.11	4,520	63.74	3,006	66.50
6	23 ก.ย. 2554	แรม 11 ค่ำ เดือน 10	30	28.5	28	20,982	18,268	87.07	12,908	70.66	9,232	71.52
7	25 ก.ย. 2554	แรม 13 ค่ำ เดือน 10	29	28	28	18,473	17,052	92.31	8,932	52.38	7,564	84.68
8	27 ก.ย. 2554	แรม 15 ค่ำ เดือน 10	29.5	28	30	12,275	8,572	69.83	5,642	65.82	3,123	55.35
9	29 ก.ย. 2554	ขึ้น 2 ค่ำ เดือน 11	30.5	29	30	12,789	11,571	90.48	8,344	72.11	5,410	64.84
10	2 ต.ค. 2554	ขึ้น 5 ค่ำ เดือน 11	29.5	28	28	24,276	22,440	92.44	14,382	64.09	13,566	94.33
11	5 ต.ค. 2554	ขึ้น 8 ค่ำ เดือน 11	29.5	28	28	29,478	18,666	63.32	12,670	67.88	8,120	64.09
12	8 ต.ค. 2554	ขึ้น 11 ค่ำ เดือน 11	31	29	28	200	87	43.50	56	64.37	32	57.14
13	10 ต.ค. 2554	ขึ้น 13 ค่ำ เดือน 11	30	28	29	12,200	6,231	51.07	4,280	68.69	3,451	80.63
14	18 ต.ค. 2554	แรม 6 ค่ำ เดือน 11	30	29	29	14,945	8,743	58.50	6,785	77.60	2,338	34.46
15	24 ต.ค. 2554	แรม 12 ค่ำ เดือน 11	31.5	30	29	11,526	9,589	83.19	6,880	71.75	3,190	46.37
16	27 ต.ค. 2554	แรม 15 ค่ำ เดือน 11	31	30	27	11,220	6,018	53.64	3,451	57.34	1,238	35.87
17	29 ต.ค. 2554	ขึ้น 2 ค่ำ เดือน 11	31	30	28	8,160	4,284	52.50	2,384	55.65	1,030	43.20
18	11 พ.ย. 2554	แรม 1 ค่ำ เดือน 12	30.5	29	30	10,608	4,692	44.23	1,122	23.91	816	72.73
19	13 พ.ย. 2554	แรม 3 ค่ำ เดือน 12	30	29	30	3,400	1,020	30.00	306	30.00	204	66.67
รวม						236,087						
อัตราเฉลี่ย			28.40± 1.01	28.63±0.90	14,560.37±	63.97±24.22	57.08± 19.27	59.63± 21.34				
						7,367.32						

ตารางที่ 2 อาหารที่ใช้อุบาลลูกปลาตามแต่ละช่วงอายุ

ชนิดอาหาร	ช่วงอายุ (วัน)					
	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	26 วันขึ้นไป
คลอเรลลา ไดอะตอม						
โรติเฟอร์						
โคฟีพอด อาร์ทีเมียแรกฟัก ไรน้ำกร่อย						
อาหารผงสำเร็จรูปแบบผสม						
อาร์ทีเมียอายุ 3-4 วัน						
อาหารเม็ดสำเร็จรูปขนาดเล็ก						

4. การเจริญพัฒนาของคัพพะ ลูกปลาแรกฟักมีขนาดความยาวเฉลี่ยระหว่าง 2.2906 ± 0.1150 มิลลิเมตร หยดน้ำมันอยู่ทางด้านล่างทางท้ายของถุงไข่แดง

4.1 การปฏิสนธิ (Fertilization) หลังการจากไข่ผสมกับสเปิร์มประมาณ 22 นาที จะเกิดการรวมตัวของไซโทพลาสซึม (cytoplasmic cap) (ภาพที่ 2a)

ระยะแบ่งเซลล์ (Cleavage) มีการแบ่งเซลล์ติดต่อกันหลายครั้ง ซึ่งเป็นรูปแบบของการพัฒนาคัพพะของปลากระดูกแข็ง การแบ่งครั้งแรกเป็น 2 เซลล์ เกิดขึ้นในเวลา 50 วินาที ภายหลังปฏิสนธิ (ภาพที่ 2b) 4 เซลล์ภายในเวลา 4 นาที (ภาพที่ 2c) 16 เซลล์ภายใน 32 นาที (ภาพที่ 2e), 32 เซลล์ภายใน 43 นาที (ภาพที่ 2f), 64 เซลล์ภายใน 1 ชั่วโมง 13 นาที (ภาพที่ 2g) และ 128 เซลล์ ภายใน 4 ชั่วโมง 19 นาที (ภาพที่ 2h) จนเกิดเป็นชั้นของเซลล์ (blastoderm) ที่ animal pole

4.2 ระยะ Morula 6 ชั่วโมง 32 นาที เซลล์มีขนาดเล็กกลมมากจนมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน มี blastoderm ลักษณะคล้ายจานแบนเริ่มปกคลุม (ภาพที่ 2i)

4.3 ระยะ Blastula 6 ชั่วโมง 47 นาที ภายหลังการปฏิสนธิชั้นของเซลล์เริ่มเป็นแผ่นหนาขึ้น และโค้งเป็นรูปโดม (blastodisc) ระยะนี้มีเซลล์เล็กๆ ที่มีขนาดต่างกันเรียงซ้อนกันหลายชั้น และค่อยๆ แบนลงมากลุมถุงไข่แดงเกิดชั้นเนื้อเยื่อที่ห่อหุ้มไข่แดง (periblast) และเกิดช่องว่างระหว่าง blastoderm กับ periblast เรียกว่า blastocoel (ภาพที่ 2j)

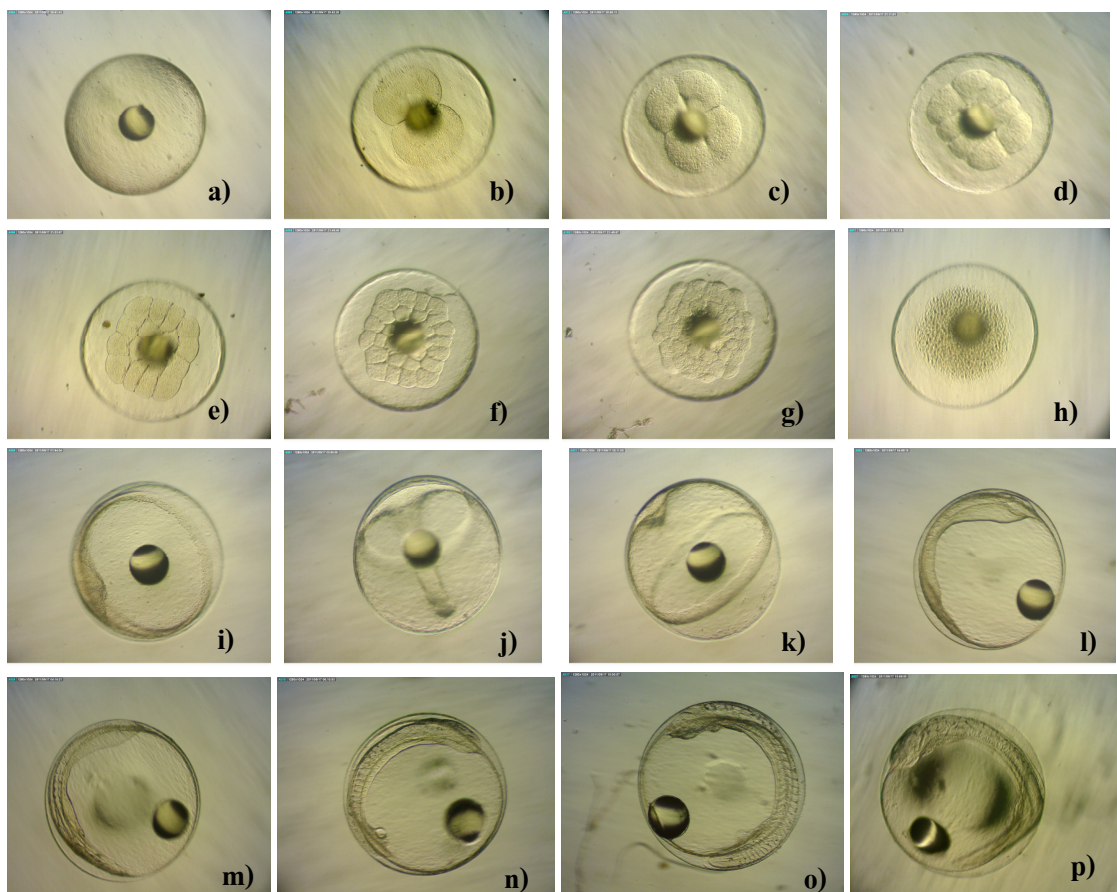
4.4 ระยะ Gastrula 7 ชั่วโมง 2 นาที ชั้นของเซลล์ที่เรียงซ้อนกันหลายชั้นแผ่ลงมากลุมไข่แดงโดยรอบและเพิ่มความหนาขึ้นเป็นสัน มีลักษณะคล้ายวงแหวนที่เรียกว่า germ ring (ภาพที่ 2k) ตอนปลายของระยะนี้ไข่แดงจะถูกคลุมมากขึ้นเหลือเฉพาะส่วนของ yolk plug จากนั้นจะเกิดสันของตัวอ่อน (embryonic shield) บริเวณด้านบน (dorsal lip) ของชั้นเซลล์ดังกล่าว

4.5 ระยะ Neurula 8 ชั่วโมง 11 นาที จะเห็นรูปร่างของตัวอ่อน (embryonic body) เป็นแนวชัดเจนและยาวขึ้นซึ่งเรียกว่าระยะ neurula และเกิด blastopore closure ซึ่งเป็นชั้นเซลล์ที่โค้งเป็นรูป

โคมแพไปครอบคลุมพื้นที่ไข่แดงทั้งหมดอย่างสมบูรณ์และปิดบริเวณด้านหลัง (posterior end) ของตัวอ่อน ประมาณ 8 ชั่วโมง ตัวอ่อนยาวขึ้นและสังเกตได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 2i)

4.6 ระยะตัวอ่อน (Embryo) 8 ชั่วโมง 54 นาที มองเห็นการสร้างระบบประสาท (neurulation) เริ่มแยกความแตกต่างระหว่างบริเวณส่วนหัว (cephalic region) และส่วนหาง (caudal region) มากขึ้น ตัวอ่อนเจริญและเริ่มยกตัวสูงขึ้นจากไข่แดง มีช่องว่างระหว่างตัวอ่อนกับเปลือกไข่ (perivitelline space) กว้างขึ้น เป็นระยะที่ลำตัวเริ่มเกิดปล้อง (somite) (ภาพที่ 2m) 13 ชั่วโมง 3 นาที หัวใจเริ่มเต้น มองเห็นแกนกลางของลำตัวชัดเจน เห็นตาชัดเจนและเริ่มเห็นเลนส์ตา เมื่อความยาวของลำตัวยาวขึ้นจะมีการบิดตัวและมีการคืบคลานเกิดขึ้น (ภาพที่ 2o)

4.7 ระยะฟัก (Hatching out) 16 ชั่วโมง 26 นาที ลูกปลาจะคืบคลานแรงและเคลื่อนตัวถี่ขึ้นจนเปลือกไข่แตกออกทำให้ตัวปลาหลุดออกจากเปลือกไข่ (ภาพที่ 2p)



ภาพที่ 2 พัฒนาการของตัวปลา (Rastrelliger brachysoma) a) ระยะปฏิสนธิ; b) ระยะ cleavage 2 เซลล์; c) ระยะ 4 เซลล์; d) ระยะ 8 เซลล์; e) ระยะ 16 เซลล์; f) ระยะ 32 เซลล์; g) ระยะ 64 เซลล์; h) ระยะ 128 เซลล์; i) ระยะ Morula; j) ระยะ Blastula; k) ระยะ Gastrula; l) ระยะ Neurula; m) ระยะ Developing embryo-Somite; n) ระยะ Developing embryo-Optic bud; o) หัวใจเต้น; p) Hatching out

5. พัฒนาการของลูกปลาทุ

ลูกปลาทุแรกฟัก (ภาพที่ 3a) มีความยาวเฉลี่ยเฉลี่ย 2.2906 ± 0.1150 มิลลิเมตร ไข่แดงมีปริมาตรเฉลี่ย 0.744 ± 0.216 ลูกบาศก์มิลลิเมตร หยดน้ำมันขนาดเฉลี่ย 0.00746 ± 0.00118 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ตัวปลาใส ระบบทางเดินอาหารยังไม่พัฒนา ปากปลาเปิดเมื่ออายุ 48 ชั่วโมง (ภาพที่ 3c)

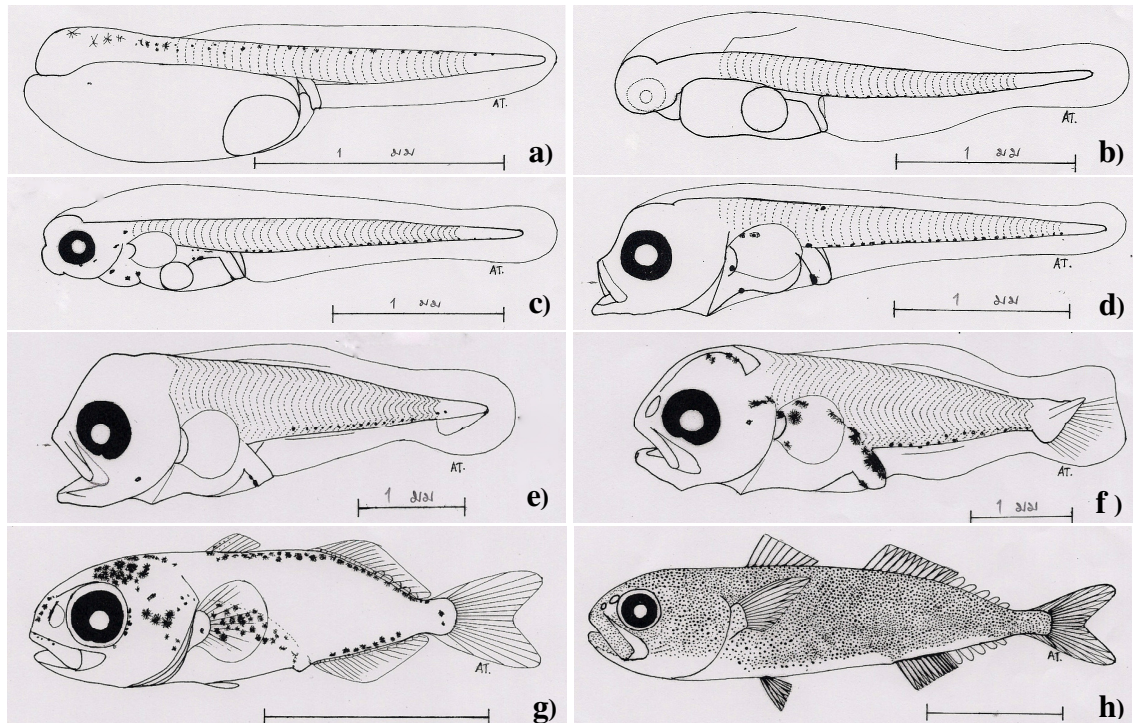
ลูกปลาอายุ 3 วัน มีขนาดความยาวเฉลี่ยเฉลี่ย 3.0388 ± 0.1017 มิลลิเมตร มีการพัฒนาคีรีบูที่แข็งแรง ครีบท้องมีพัฒนาเริ่มแยกออก ถุงลมสมบูรณ์ ดวงตาเป็นสีดำ ไข่แดงและหยดน้ำมันหมดแล้ว ขากรรไกรล่างพัฒนาสมบูรณ์ มีอาหารในกระเพาะ (ภาพที่ 3d) อายุ 5 วัน มีอาหารในลำไส้ (ภาพที่ 3e)

ลูกปลาอายุ 7 วัน มีขนาดความยาวเฉลี่ยเฉลี่ย 4.3134 ± 0.1646 มิลลิเมตร มีระบบทางเดินอาหารที่แยกกันชัดเจนมากขึ้น เริ่มมีการพัฒนาจุดสีที่บริเวณด้านล่างของลำตัว (ภาพที่ 3f) อายุ 9 วัน Operculum แยกส่วน ก้านครีบท้องเริ่มปรากฏ หางเริ่มขอด มองเห็นกระเพาะลมชัดเจน (ภาพที่ 3g)

ลูกปลาอายุ 12 วัน มีขนาดความยาวเฉลี่ยเฉลี่ย 6.1598 ± 1.4043 มิลลิเมตร ตาสีดำเห็นเป็นกระจุกตา กระดุกสันหลังและกล้ามเนื้อแข็งแรง ส่วนหัวเหนือดวงตาขยายใหญ่ขึ้น มีการพัฒนาจุดสีที่บริเวณหลัง (ภาพที่ 3h) อายุ 15 วัน ลำตัวเริ่มมีสีขาวเหลือง จุดสีดำที่บริเวณหลังชัดเจน (ภาพที่ 3i)

ลูกปลาใช้เวลาในการเจริญเติบโตจนถึงความยาวประมาณ 2.54 เซนติเมตร เท่ากับ 28 วัน โดยมีการพัฒนาอวัยวะต่างๆ เหมือนปลาตัวเต็มวัย มีบริเวณหลังเป็นสีฟ้าและมีลายจุดสีดำกระจายอยู่ทั่ว

ลูกปลาอายุ 3 เดือน เริ่มมีพัฒนาการของรังไข่และถุงน้ำเชื้อ



ภาพที่ 3 พัฒนาการของลูกปลาทุ (*Rastrelliger brachysoma*) a) ระยะแรกฟัก; b) อายุ 12 ชั่วโมง; c) อายุ 1 วัน; d) อายุ 3 วัน; e) อายุ 5 วัน; f) อายุ 7 วัน; g) อายุ 9 วัน; h) อายุ 15 วัน; i) อายุ 23 วัน (ภาพ: อภิชาติ เดิมวิชชากร)

6. คุณภาพน้ำ

6.1 คุณภาพน้ำในถังระบบน้ำหมุนเวียนเพื่อขุนเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ อุณหภูมิน้ำช่วงเช้าอยู่ระหว่าง 26 - 31.5 องศาเซลเซียส และช่วงบ่าย 27.5 – 32 องศาเซลเซียส พีเอช (pH) 7.5-8 ความเป็นด่าง (Alkalinity) 116-120 ppm ปริมาณแอมโมเนีย (Ammonia) 0.0-0.5 ppm ปริมาณไนไตรท์ 0.0 ppm ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอิมิตัวที่ 6.3 ppm ตลอดเวลา

6.2 ควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ทุกวันๆ ละ 2 ครั้ง เติมน้ำปูนใสทุกวัน เริ่มดูตะกอนหลังจากปล่อยลูกปลาลงอนุบาลประมาณ 5 วัน เพื่อให้คุณภาพน้ำในบ่ออนุบาลคงที่เป็นระยะเวลา 30 วัน

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำบางพารามิเตอร์ในบ่ออนุบาลลูกปลา ในระยะเวลา 30 วัน

บ่อที่	อุณหภูมิน้ำ (C)		pH	Alkalinity (ppm)	NH ₃ -N (ppm)	NO ₂ -N (ppm)
	เช้า	บ่าย				
1	29.52±1.21	30.53±1.27	7.68±0.24	118.07±1.44	0.23±0.14	0.01±0.04
2	29.38±1.26	30.80±1.08	7.70±0.25	117.87±1.48	0.27±0.23	0.12±0.20
3	29.53±1.08	30.67±1.13	7.67±0.24	118.87±1.13	0.22±0.14	0.03±0.05

วิจารณ์ผล

ไข่ปลาที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงในระบบน้ำหมุนเวียนในโรงเพาะฟักในครั้งนี้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.8775 ± 0.233 มิลลิเมตร หยอดน้ำมันมีหยดเดียว ปริมาตรเฉลี่ย 0.00743 ± 0.00039 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ลูกปลาแรกฟักมีความยาวเฉลี่ย 2.2906 ± 0.1150 มิลลิเมตร ซึ่งมีโอกาสแตกต่างไปจากธรรมชาติบ้าง เช่น การสะสมอาหารในถุงไข่แดงและหยดน้ำมัน เนื่องจากพ่อแม่พันธุ์ที่ขุนเลี้ยงได้รับอาหารที่แตกต่างจากสารอาหารธรรมชาติในทะเล อรุณันต์ (2509) วิเคราะห์ไว้ว่า ไข่ปลาในอ่าวไทยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ระหว่าง 692 – 898 ไมครอน หยอดน้ำมันมีเส้นผ่านศูนย์กลาง ระหว่าง 168 – 246 ไมครอน และลูกปลาที่ได้จากถุงฟักแพลงก์ตอนที่มีความยาวเฉลี่ย 1.9 มิลลิเมตร ซึ่งเล็กกว่าเมื่อเทียบกับลักษณะกับลูกปลาที่อนุบาลในโรงเพาะฟักที่มีพัฒนาการอวัยวะที่ปรากฏเท่าๆ กัน

ปลาที่เลี้ยงในระบบน้ำหมุนเวียนสามารถผสมพันธุ์วางไข่ได้เองตามธรรมชาติโดยไม่ต้องกระตุ้นด้วยวิธีการอื่นใด มีการวางไข่อย่างต่อเนื่อง 3 – 4 วัน ในแต่ละชุด โดยไม่สัมพันธ์กับข้างขึ้นข้างแรม พฤติกรรมผสมพันธุ์วางไข่เป็นฝูง ผลการศึกษาในครั้งนี้สนับสนุนการศึกษาในปลาธรรมชาติในอ่าวไทย ที่รายงานว่ามีการวางไข่ตลอดทั้งปี โดยมีช่วงที่วางไข่มากที่สุด 2 ช่วง คือ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม และสิงหาคม ถึง กันยายน (กรมประมง, 2508) (อรุณันต์, 2509) (พัชรี และนพรัตน์, 2538) (รัตน, 2544) (นิรชา และธิดารัตน์, 2548) (ปิยวรรณ และคณะ, 2549) (ทศพล และคณะ, 2550) ผลของการขุนเลี้ยงอาจทำให้การวางไข่อาจแปรเปลี่ยนไปจากธรรมชาติ ซึ่งโดยปกติแล้วช่วงฤดูวางไข่จะกว้างขึ้น

(โชคชัย, 2548) ผลการศึกษาของ กำพล และธินี (2550) พบว่า ปลาทุทางฝั่งอันดามันมีฤดูวางไข่ที่เลื่อนไปมาไม่ตรงกันในแต่ละปี เป็นไปตามช่วงเวลาที่ฝนตก ไพเราะ (2541) ได้กล่าวเพิ่มเติมไว้ว่า กระแสน้ำที่ไหลมาบรรจบกันทางฝั่งอันดามันทำให้มีค่าเฉลี่ยผลผลิตเบื้องต้นสูง เป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นตัวชักนำให้พ่อแม่พันธุ์ปลาทุมีการเคลื่อนย้ายฝูง เพื่อผสมพันธุ์วางไข่ในฤดูวางไข่ช่วงแรกของปี ค่า GI สัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ดังนั้น จึงสันนิษฐานได้ว่า พ่อแม่ปลาพร้อมพัฒนาไข่และน้ำเชื้อทันทีตลอดทั้งปี หากได้รับอาหารสมบูรณ์ โดยฝนชะล้างสารอินทรีย์จากแผ่นดินลงมาตามด้วยแสงแดดและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงขึ้น เกิดเป็นแพลงก์ตอนสะพรั่งสมบูรณ์เมื่อใด ปลาทุก็พร้อมวางไข่หลังจากนั้นทันที

ทัศพล และคณะ (2550) รายงานว่า ปลาทุบริเวณอ่าวไทยตอนบนมีการวางไข่ก่อนปลาทุในบริเวณอ่าวไทยตอนกลาง หากพิจารณาในส่วนของฝนจากอิทธิพลมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งฝนจะตกทางเหนือในช่วงต้นปีแล้วเลื่อนลงมาทางใต้ในช่วงปลายปี เราจะพบว่าทางอ่าวไทยตอนบนได้รับสารอินทรีย์จากแม่น้ำที่ชักนำให้แพลงก์ตอนสะพรั่งก่อนอ่าวไทยตอนกลาง ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่าปริมาณอาหารเป็นตัวกำหนดฤดูกาลวางไข่ของปลาทุ สนับสนุนข้อสรุปของไพเราะ (2541) ในเรื่องผลผลิตเบื้องต้นและเรื่องการอพยพของพ่อแม่พันธุ์ปลาทุทางฝั่งอันดามัน เพราะพ่อแม่ปลาต้องสะสมอาหารให้เพียงพอ จึงสามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ให้สมบูรณ์ (โชคชัย, 2548) เป็นการอพยพตามอาหาร

อรุพันธ์ (2509) รายงานว่าปลาทุมีความคดของไข่ทั้งสิ้น 200,000 – 500,000 ฟอง โดยมีกลุ่มไข่ที่เจริญดีที่สุดประมาณ 100,000-166,000 ฟอง ส่วนรายงานของ ยอดยิ่ง และทวี (2523) ที่อนุมานโดยการวัดขนาดของไข่เมื่อขนาดใหญ่ที่ช่วงปลายฝักของแม่ปลาทุในฤดูวางไข่ สันนิษฐานว่าในช่วงฤดูวางไข่ครั้งแรกแม่ปลาทุวางไข่ 3 ครั้งๆ ละ 20,000 ฟอง ทัศพล และคณะ (2550) กล่าวว่าพ่อแม่ปลาทุมีการวางไข่แบบ Multi spawning ผลการศึกษาในครั้งนี้อาจสรุปได้ชัดเจนว่าปลาทุวางไข่แบบฝูง แม่ปลาวางไข่ครั้งละไม่มากนักเป็นระยะๆ ต่อเนื่องกันตลอดช่วงฤดู การศึกษาครั้งนี้เก็บไข่ได้เฉลี่ยครั้งละ 18,571.43 ฟอง ซึ่งมาจากพ่อแม่ปลารวมกัน 25 ตัว โดยไม่ทราบจำนวนปลาตัวเมียที่แน่นอน เนื่องจากไม่สามารถจำแนกเพศปลาได้จากการดูลักษณะภายนอก ซึ่งต้องศึกษาโดยละเอียดเพิ่มเติมอีก

อัตราการผสมอาจเกี่ยวกับจำนวนของปลาตัวผู้ที่มีอยู่ในฝูง เนื่องจากยังไม่สามารถคัดเพศปลาได้ แต่จากอัตราการฟักและความแข็งแรงของลูกปลาที่สามารถพัฒนาผ่านระยะ 48 ชั่วโมงไปได้ก็ค่อนข้างต่ำด้วย ทำให้อาจสันนิษฐานได้อีกทางหนึ่งว่า การเตรียมอาหารขุนเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ยังไม่ดีพอ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ใช้ สไปรูรีนาเป็นตัวแทนของแพลงก์ตอนพืชในสูตรอาหาร ในขณะที่ผลการสำรวจอาหารในกระเพาะปลาทุตามธรรมชาติในอ่าวไทย พบไดอะตอมเป็นหลัก รองลงมาเป็นไดโนแฟกเจลเลต (สุนีย์ และอำพัน, 2508) นอกจากนี้ ความถี่และช่วงเวลาให้อาหารก็มีผลต่อความสมบูรณ์ของพ่อแม่พันธุ์สัตว์น้ำด้วย การศึกษาครั้งนี้ให้อาหารในเวลากลางวัน 5 – 6 ครั้ง เท่านั้น ซึ่งหิรัญ (มปป) รายงานว่า ปลาทุกินอาหารทั้งวันทั้งคืน โดยกินอาหารได้ดีที่สุดเวลา 24.00 – 03.00 นาฬิกา

ปลาทุเป็นปลาผิวน้ำที่มีความว่องไว ไข่และลูกปลามีพัฒนาการที่รวดเร็วมาก ฟักออกเป็นตัวในเวลา 16 ชั่วโมง 30 นาที ปากเปิดกว้างเริ่มมีอาหารในกระเพาะในเวลา 2 วัน ฝูงไข่แดงและหยดน้ำมันขุ่น

หมดภายในเวลา 2 ½ วัน ในขณะที่กลุ่มปลาเก๋าที่เป็นปลากินเนื้อ ไข่ลอยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและหยดน้ำมันใกล้เคียงกับปลาทุ มีระยะเวลาในการฟักเป็นตัว ประมาณ 19 ชั่วโมง แต่พบอาหารในกระเพาะช้ากว่า และลูกปลาเก๋าสื่อเปลี่ยนแปลงรูปร่างเข้าสู่วัยรุ่น ในเวลา 39 วัน (อาคม และ คณะ, 2546) ปลากระังจุดฟ้า 52 วัน (ธวัช และคณะ 2547) ส่วนปลาสลิดหินเหลืองซึ่งเป็นกลุ่มปลาไข่ติดที่พ่อแม่เฝ้าดูแล ใช้เวลาฟัก 68 ชั่วโมง การเปลี่ยนแปลงรูปร่างเข้าสู่ระยะวัยรุ่นใช้เวลานาน 45 วัน (สุทธิชัย, 2545) ลูกปลาทุใช้เวลาเปลี่ยนแปลงรูปร่างเข้าสู่วัยรุ่นเพียง 28 วัน มีความยาวลำตัว 2.54 เซนติเมตร ซึ่งน่าจะทำให้การผลิตลูกปลาเพื่อการเลี้ยงเชิงพานิชดำเนินการได้ง่ายกว่า อย่างไรก็ตามพบการกินกันเองในลูกปลาวัยอ่อนรุ่นเดียวกันที่มีขนาดแตกต่างกันมาก

สรุป

ปลาทุสามารถวางไข่ได้ในที่จำกัด เมื่อเลี้ยงในระบบน้ำหมุนเวียนในโรงเพาะฟักที่มีการควบคุมคุณภาพน้ำให้มีสารอินทรีย์ปนเปื้อนน้อยที่สุด ออกซิเจนที่ละลายในน้ำให้อิ่มตัวคงที่ อุณหภูมิมีการผันแปรในรอบวันน้อย และได้รับอาหารที่มีคุณค่าตามที่พ่อแม่พันธุ์ปลาต้องการอย่างสมบูรณ์ ปลาทุที่เลี้ยงในระบบน้ำหมุนเวียนมีพฤติกรรมการวางไข่แบบเป็นฝูง แม่ปลาวางไข่ครั้งละไม่มาก เป็นระยะๆ ต่อเนื่องกันไป มีช่วงเว้นระยะที่ไม่แน่นอนโดยไม่สัมพันธ์กับข้างขึ้นข้างแรม และเมื่อนำลูกปลาเลี้ยงในกระชังบ่อดินเป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ปลาเริ่มมีการสร้างรังไข่และถุงน้ำเชื้อแล้ว

ข้อเสนอแนะ

ศักยภาพและพัฒนาการของลูกปลาทุเมื่อนำไปใช้ในการประมงทรัพยากร น่าจะมีข้อระมัดระวังในเรื่องความแตกต่างระหว่างไข่ปลาจากธรรมชาติและไข่ปลาที่ผ่านระบบการขุนเลี้ยง ซึ่งควรจะมีการศึกษาในรายละเอียดเพิ่มขึ้น การพัฒนาอาหารพ่อแม่พันธุ์เพื่อให้ได้ไข่และน้ำเชื้อที่แข็งแรง การพัฒนาสายพันธุ์ปลาทุโดยการปรับให้เป็นสายพันธุ์บ้านจะช่วยให้การผลิตปลาทุเพื่อการเพาะเลี้ยงเชิงพานิชเป็นไปได้ สายพันธุ์ที่เกิดจากโรงเพาะฟักไม่ควรนำกลับไปปล่อยในทะเลอีก อันเป็นการทำให้เกิดความแปรปรวนของพันธุกรรม ควรทำการวิจัยและพัฒนาเทคนิควิธีการจัดการระบบเลี้ยงปลาทะเลที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหารธรรมชาติในขั้นปฐมนุฏให้สมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง 2508. งานสอบสวนปลาทุ (2506 – 2508). สถานีวิจัยประมงทะเล, กองสำรวจและค้นคว้า, กรมประมง. 197 หน้า.
- กำพล ลอยขึ้น และ ธศินี นนทพันธุ์. 2550. ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาทุ (*Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851)) ในบริเวณน่านน้ำจังหวัดสตูลและบริเวณใกล้เคียง. เอกสารวิชาการฉบับที่

- 6/2550. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน (ภูเก็ต), สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง. 23 หน้า.
- จิรยุทธ รื่นศิริกุล, มาวิทย์ อัสวารีย์, เยาวินัย ดนยกุล และลออ ชูศรีรัตน์. 2551. ความสำเร็จในการผสมเทียมปลาตะกรับ. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 18 หน้า.
- โชคชัย เหลืองธูวปราณีต. 2548. หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์โพเพช, กรุงเทพมหานคร. 481 หน้า.
- ทัศนพล กระจำวดารา พัทธี พันธุ์เล่ง พนิดา ซาลี และ ปิยวรรณ หัสดี. 2550. ชีวิตวิทยาการสืบพันธุ์ของปลาหู *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851) และปลาลัง *R. kanagurta* (Cuvier, 1817) ในน่านน้ำไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 19/2550. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน (ภูเก็ต), สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง. 36 หน้า.
- รัช ศรีวีระชัย, ชัชวาล วุฒิเมธี และ จุฑารัตน์ ศิริสมบัติ. 2547. คัพภะและการพัฒนาการของลูกปลากะรังจุดฟ้า *Plectropomus leopardus*. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดตราด, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 17 หน้า.
- นริชา สองแก้ว และธิดารัตน์ คงชัย. 2548. ชีวิตวิทยาการสืบพันธุ์ของปลาหู: *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851) และปลาลัง: *R. kanagurta* (Cuvier, 1816) บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง. รายงานประจำปี 2548, ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนล่าง, กองประมงทะเล, กรมประมง. 24 หน้า.
- ปิยวรรณ ไหมละเอียด จักรพันธ์ ปิ่นพุทธศิลป์ และชนิษฐา เสรีรักษ์. 2549. ชีวิตวิทยาการสืบพันธุ์ของปลาหูและปลาลังในพื้นที่อ่าวไทยตอนบน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2549. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง. 26 หน้า.
- พัชรี พันธุ์เล่ง และ นพรัตน์ นาสุขล. 2548. ชีวิตวิทยาการสืบพันธุ์ของปลาหูจากเครื่องมืออวนล้อมติดปลาหู บริเวณเขตมาตรการอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์น้ำ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี เอกสารวิชาการฉบับที่ 18/2548 ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนกลาง, กองประมงทะเล, กรมประมง. 40 หน้า.
- ไพเราะ สุทธากรณ์. 2541. ลักษณะทางชีววิทยาของปลาหู [*Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851)] ทางฝั่งอันดามันของประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 44/2541. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน, กองประมงทะเล, กรมประมง. 111 หน้า.
- ยอดยิ่ง เทพธรรณท์ และ ทวี จันทศรี. 2523. การศึกษาจำนวนครั้งที่แม่ปลาหูวางไข่โดยการตรวจวัดขนาดของไข่ปลาในรังไข่ซึ่งได้ตัวอย่างปลาหูจากแหล่งธรรมชาติ. รายงานวิชาการ ฉบับที่ 17/2523. งานปลาผิวน้ำ, กองประมงทะเล, กรมประมง. 19 หน้า.

- รัตน มั่นประสิทธิ์. 2544. ความสมบูรณ์เพศในรอบปีของปลา *Rastrelliger brachysoma* (Bleeker, 1851) และปลาลัง *R. kanagurta* (Cuvier, 1816) บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 9/2544. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก, กองประมงทะเล, กรมประมง. 22 หน้า.
- สมหญิง เปี่ยมสมบูรณ์. 2536. การจัดการทรัพยากรปลาทูในอ่าวไทยเพื่อผลตอบแทนแก่สังคมสูงสุด. รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2536. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 681.
- สุนีย์ สุวภิพันธุ์ และอำพัน เหลือสินทรัพย์. 2508. ผลการวิเคราะห์สิ่งที่มีอยู่ในกระเพาะและลำไส้ของปลาทูในอ่าวไทย ปี 2506. รายงานการประชุมทางวิชาการเกษตรศาสตร์และชีววิทยา ครั้งที่ 4 สาขาพืชและชีววิทยา กับสาขาสัตว์, 27-29 มกราคม 2508, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 209-218.
- สุทธิชัย ฤทธิธรรม. 2545. พฤติกรรมการวางไข่ในที่จำกัดและการพัฒนาการของคัพภะปลาชนิดหินเหลือ (Pomacentrus moluccensis bleeker). การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 40 สาขาสัตว์ สาขาสัตวแพทยศาสตร์ สาขาประมง, 4-7 กุมภาพันธ์ 2545, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 537-545.
- หิรัญ กลิ่นเมือง. มปป. การศึกษาลักษณะบางประการของอุปนิสัยการกินอาหารของปลาทูในอ่าวไทย. รายงานวิชาการฉบับที่ 12, งานปลาพื้นน้ำ, กองประมงทะเล, กรมประมง. 14 หน้า.
- อาคม สิงหนบุญ, ไพบุญ บุญลิปตานนท์ และ สามารถ เดชสถิต. 2546. พัฒนาการคัพภะและลูกปลาวัยอ่อนของปลาเก๋าเสือ *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsk., 1775). ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 29 หน้า.
- อรุณันท์ บุญประกอบ. 2509. การสำรวจแหล่งวางไข่ปลาทู. รายงานการประชุมทางวิชาการเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 5 สาขาพืชและชีววิทยา สาขาสัตว์ และสาขาเศรษฐศาสตร์เกษตร, 2-4 กุมภาพันธ์ 2509, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 327-329
- American Public Association (APHA, AWWA, WEF). 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (21st Ed.). American Public Health Association, Washington D.C.
- M. Sivadas and M. M. Bhaskaran. 2009. Stomach content analysis of the Indian mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier) from Calicut, Kerala. *Indian J. Fish.*, 56(2): 143-146, 2009