ลักษณะบางประการในระยะวัยอ่อนของลูกปลาบู่ทราย

Some Aspects in Early Life Stage of Sand Goby, *Oxyeleotris marmoratus*, Larvae

โดย

ผศ. ดร. ธำรงค์ อมรสกุล

วสันต์ ศรีวัฒนะ

อุไรวรรณ ชำนาญเวช

แผนกวิชาเทคโนโลยีการประมง

ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

เลขหมู่ [illegible]

Bib Key 19454

บทคัดย่อ

ลูกปลาบู่ทรายผลิตโดยทำการเพาะขยายพันธุ์ปลาโดยวิธีการเลียนแบบธรรมชาติโดยใช้บ่อดิน ไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์นำมาฟักในตู้กระจก พบว่าอัตราการปฏิสนธิเฉลี่ย 98.45 % ระยะเวลาในการฟักไข่ปลา ประมาณ 28 ชั่วโมง 10 นาทีและมีอัตราการฟักเฉลี่ย 59.33 % ที่อุณหภูมิของน้ำ 27.0-30.5°C สุ่มลูกปลาที่ฟักออกมาใหม่ จำนวน 20 ตัว ทุก ๆ 2 ชั่วโมง เก็บดองใน บัฟเฟอร์ฟอร์มาลีน 10 % เพื่อใช้ทำการศึกษาการยุบตัวของไข่แดง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าลูกปลาที่ฟักออกมาใหม่มีความยาว 2.39 ± 0.12 มม. ปริมาตรของไข่แดงประมาณ 55.32 ± 14.85 ลูกบาศก์ไมโครเมตร ไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ประมาณ 82 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว ที่อุณหภูมิของน้ำ 27.0-30.5 °ซ.

การพัฒนาของปาก สุ่มลูกปลาจำนวน 20 ตัวจากตู้กระจกที่ใช้สำหรับฟักไข่ ทุก ๆ 2 ชั่วโมง เพื่อทำการศึกษาความสูงของปาก พบว่าที่ 78 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว (3.33 ± 0.71 มม TL) ปากของลูกปลาเริ่มเปิด วัดความสูงของปากได้ 484.29 ± 72.62 ไมครอน

ศึกษาการเริ่มกินอาหารของลูกปลาบู่ทรายโดยใช้ตู้ปลาขนาดปริมาตร 15 ลิตร(ปริมาตรน้ำ 10 ลิตร) ใส่ลูกปลาอายุ 1.5 วันหลังจากฟักออกเป็นตัว (ระยะก่อนที่ปากจะเปิด) จำนวนตู้ละ 1000 ตัว โดยให้ลูกปลากินโรติเฟอร์เป็นอาหาร ในอัตราความหนาแน่น 5-10 ตัว/มิลลิลิตร สุ่มลูกปลาจำนวน 20 ตัว จากตู้ปลาที่ใช้ทำการศึกษา ทุก ๆ 2 ชั่วโมง เก็บดองใน บัฟเฟอร์ฟอร์มาลีน 10 % พบว่าที่ 80 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว ที่อุณหภูมิ 27.0-30.5 °ซ. ความสูงของปาก 549.69 ± 47.94 ไมครอน ในระบบทางเดินอาหารปรากฏโรติเฟอร์ ประมาณเฉลี่ย 0.57 ตัว/ลูกปลา ซึ่งหมายความถึงการเริ่มกินอาหารของลูกปลา

ศึกษาการอดอาหารจนตายในลูกปลาบู่ทรายโดยใช้ตู้ปลาขนาดปริมาตร 15 ลิตร(ปริมาตรน้ำ 10 ลิตร) จำนวน 3 ซ้ำ ใส่ลูกปลาที่ฟักใหม่ จำนวนตู้ละ 200 ตัว เลี้ยงโดยไม่ให้อาหาร พบว่าลูกปลาบู่ทรายเริ่มตายที่ 84 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว และตายหมดที่ 130 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 27.0-30.5 °ซ.

Abstract

Larval sand goby were produced by controlled natural spawning. Fertilization eggs were incubated in glass aquarium for hatching. It was found the average fertilization eggs were 98.45 %, hatching out was 28 hr 10 min and average hatching rate was 59.33 % at the water temperature 27.0-30.5°C. Sampling of the newly-hatched larvae was done at 2-hour intervals, when 20 of them were randomly taken and preserved in 10 % buffered formalin solution for later analysis to determine the time of final yolk absorption. Observation using a microscope revealed that newly hatched larvae were 2.39 ± 0.12 mm in total length and had yolk sacs of 55.32 ± 14.85 μm^3 volume. The yolk sacs were completely absorbed within 82 hr after hatching at a water temperature of 27.0-30.5 °C.

Up until full mouth development (start of feeding), 2 hourly samplings of twenty newly hatched larvae were taken from a aquarium hatching tank for observation of the size of mouth opening. All the larvae had open mouths about 78 hr after hatching (3.33 ± 0.71 mm TL), with the mouths measuring 484.29 ± 72.62 µm in mouth height.

The start of feeding experiments were carried out using a 15-liter glass aquarium (water volume 10 liters) containing 1000 larvae aged 1.5 days post-hatching (just before the mouth opened). They were fed with rotifer at a density of 5-10 ind/ml. Twenty larvae were collected at random from the aquarium at 2-hourly intervals, preserved in 10 % buffered formalin solution, and then dissected to determine the presence of rotifer in the digestive tract. Some digestive tracts were fixed at 80 hr of hatching at water temperatures of 27.0-30.5 °C, and measured 549.69 ± 47.94 µm in mouth height. The average number of rotifer in the digestive tract at the start of feeding was 0.57 individual/larva.

A starvation experiment was carried out using a 15-liter glass aquarium (water volume 10 liters) with three replications. Two hundred newly hatched larvae of sand goby were kept without feeding. Larvae started to die at 80 hr and totally died within 130 hr after hatching at water temperature ranged between 27.0 to 30.5 °C.

สารบัญ

หน้า

สารบัญ I

สารบัญตาราง II

สารบัญรูป III

สารบัญตารางผนวก IV

บทนำ..... 1

การตรวจเอกสาร 2

ปลาบู่ทราย..... 2

ระยะเวลาในการเพาะฟัก..... 4

การยุบตัวของไข่แดง..... 4

ความสัมพันธ์การกินอาหารกับการพัฒนาการเปิดปาก
และระบบทางเดินอาหาร..... 7

การอดอาหารจนตาย..... 13

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา 14

การศึกษาการพัฒนาของตัวอ่อน 14

การศึกษาอัตราการปฏิสนธิ ระยะเวลาในการเพาะฟัก
และอัตราการฟักออกเป็นตัว 18

การศึกษาการยุบตัวของไข่แดง 20

การพัฒนาการเปิดปาก 20

การพัฒนาระบบทางเดินอาหาร 20

การศึกษาการเริ่มกินอาหาร 23

การศึกษาการอดอาหารจนตาย 23

การวิเคราะห์ข้อมูล 23

ผลการศึกษา 25

สรุปและวิจารณ์ผล 40

เอกสารอ้างอิง 43

ภาคผนวก 53

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 อัตราการปฏิสนธิ และอัตราการฟักออกเป็นตัวของปลาบู่ทราย ที่อุณหภูมิ 27.0-30.5 °C... 25

2 จำนวนโรติเฟอร์ที่ลูกปลาบู่ทรายกินที่อุณหภูมิ 27.0-30.5 °C. (n=20)..... 38

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1 ปลาบู่ทราย..... 3

2 บ่อดินที่ใช้ในการเพาะพันธุ์วิธีการเลียนแบบธรรมชาติ..... 15

3 ลักษณะของอวัยวะเพศของปลาบู่ทราย..... 16

4 รังวางไข่ปลาบู่ทรายทำจากแผ่นกระเบื้อง..... 17

5. ตู้ปลาสำหรับการฟักไข่ปลาบู่..... 19

6 ลักษณะของลูกปลาที่เกิดมาใหม่..... 21

7 การวัดความสูงของปาก..... 22

8 ลักษณะของโรติเฟอร์..... 24

9 ไข่ของปลาบู่ทรายหลังจากได้รับการผสมพันธุ์ (ความยาว 1.67 มม)..... 26

10 การพัฒนาตัวอ่อนของปลาบู่ทราย..... 28

11 ความยาวลำตัวของลูกปลาบู่ทรายหลังจากฟักออกเป็นตัว และช่วงอายุที่ลูกปลา..... 32
เริ่มเปิดปาก กินอาหาร และถุงไข่แดงยุบ

12 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับปริมาตรของไข่แดงของลูกปลาบู่ทราย
หลังจากฟักออกเป็นตัว..... 33

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

13 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับความสูงของปากของลูกปลาบู่ทราย
หลังจากฟักออกเป็นตัว..... 34

14 พัฒนาการของระบบทางเดินอาหารของลูกปลาบู่ทราย..... 35

15 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของทางเดินอาหารกับความยาวลำตัวทั้งสิ้น..... 36

16 อัตราการรอดตายของลูกปลาบู่ทรายที่ไม่ได้กินอาหารเลยหลังจากฟักออกเป็นตัว
ที่อุณหภูมิ 27.0-30.5 $^{\circ}$C..... 39

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่ หน้า

1 ความยาวลำตัวทั้งสิ้น (Total length) และปริมาตรไข่แดงของลูกปลาบู่ทราย
หลังจากฟักออกเป็นตัว ทุกๆ 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 27.0-30.5 °C (n=20)..... 54

2 ความยาวลำตัวทั้งสิ้นและความสูงของปากของลูกปลาบู่ทรายหลังจากฟัก
ออกเป็นตัว ที่อุณหภูมิ 27.0-30.5 °C (n=20)..... 56

3 รูปแบบการพัฒนาของระบบทางเดินอาหารของลูกปลาบู่ทราย (n=20)..... 59

4 อัตราการรอดตาย (%) ของลูกปลาบู่ทรายหลังฟักออกเป็นตัว
ที่ไม่ได้กินอาหารเลย ที่อุณหภูมิ 27.0-30.5 °C..... 60

บทนำ

ปลาบู่ทราย (Sand goby, *Oxyeleotris marmoratus*) เป็นปลาน้ำจืดอีกชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางทั้งในประเทศมาเลเซีย ประเทศกัมพูชา ประเทศเวียตนาม และประเทศไทย เนื่องจากเป็นปลาที่มีรสชาติดี เป็นที่ต้องการของตลาดสูงจึงเป็นที่สนใจของเกษตรกรเพื่อประกอบอาชีพทำการเพาะเลี้ยงปลาบู่ทราย แต่ในปัจจุบันผลผลิตปลาบู่ทรายมีในปริมาณน้อย ส่วนใหญ่ได้มาจากการทำการประมงตามแหล่งน้ำธรรมชาติ

การเลี้ยงปลาบู่ทราย ยังอยู่ในวงแคบและจำกัดไม่สามารถขยายในเชิงธุรกิจให้มีการผลิตมากตามจำนวนความต้องการของตลาดได้ เป็นเพราะปัญหาการขาดแคลนลูกพันธุ์ปลาที่จะนำไปเลี้ยงเป็นปลาเนื้อ ซึ่งปัญหาผลผลิตลูกพันธุ์ปลาดังกล่าว เกิดจากขาดความรู้พื้นฐานในการจัดการเพาะขยายพันธุ์และการอนุบาลลูกปลาในโรงเพาะฟักสิ่งที่สำคัญ อันได้แก่ ปริมาณความดกของไข่, การพัฒนาของตัวอ่อน, การยุบตัวของไข่แดง, การพัฒนาการเปิดปากและระบบทางเดินอาหาร, การเริ่มกินอาหาร และการอดอาหารจนตาย (Kosutaruk and Watanabe, 1984) จึงควรมีการศึกษาความรู้พื้นฐานในการจัดการเพาะขยายพันธุ์และการอนุบาลลูกปลาบู่ทรายในโรงเพาะฟัก เพื่อจะได้นำวิชาการไปพัฒนาในการผลิตลูกพันธุ์ปลาที่มีคุณภาพและให้มีอัตรารอดที่สูงต่อไป

วัตถุประสงค์

1 เพื่อศึกษาอัตราการปฏิสนธิ, ระยะเวลาในการเพาะฟัก และอัตราการฟัก

2 เพื่อศึกษาการพัฒนาของตัวอ่อน

3 เพื่อศึกษาการยุบตัวของไข่แดง

4 เพื่อศึกษาการพัฒนาการเปิดปากและระบบทางเดินอาหาร

5 เพื่อศึกษาการเริ่มกินอาหาร

6 เพื่อศึกษาการอดอาหารจนตาย

การตรวจเอกสาร

ปลาบู่ทราย

ปลาบู่ทรายมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Oxyeleotris marmoratus* ลักษณะลำตัวกลมยาว หัวค่อนข้างโต และด้านบนแบนราบ (รูปที่ 1) อาศัยในแหล่งน้ำจืดที่นิ่ง เป็นปลาที่กินเนื้อเป็นอาหาร มีแหล่งอาศัยกระจายอยู่ทั่วไปในจีน อินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยสามารถพบได้ในแหล่งน้ำธรรมชาติและในอ่างเก็บน้ำทั่วทุกภาคของประเทศ (สมปอง, 2523) นิยมเลี้ยงกันในกระชังแถบลุ่มแม่น้ำบริเวณภาคกลาง ได้แก่จังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี ชัยนาท และปทุมธานี (ชัยศิริ และอมร, 2523) และในบ่อดินรวมกับปลาชนิดอื่นที่สามารถแพร่พันธุ์ได้เร็ว เช่น ปลานิล เป็นต้น (ณรงค์, 2531)

การผสมพันธุ์วางไข่ ไข่ของปลาบู่มีลักษณะรูปร่างกลมรีคล้ายหยดน้ำ เป็นประเภทไข่จมติดกับวัตถุ ได้แก่ทางมะพร้าว หรือแผ่นซิเมนต์ (สมปอง, 2523) การเพาะขยายพันธุ์ปลามี 2 วิธี คือ การผสมเทียมโดยการฉีดฮอร์โมน (ณรงค์, 2531) และการเพาะเลียนแบบธรรมชาติ (ทวี และคณะ, 2528 และเฉิดฉัน และคณะ, 2538) ส่วนการอนุบาลลูกปลาบู่ทรายวัยอ่อนทำโดยการให้กินอาหารสำหรับลูกปลาวัยอ่อน ได้แก่ ไข่แดงต้ม โรติเฟอร์ ไรแดง และปลาเป็ด ได้ลูกปลาขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร ซึ่งมีอัตราการรอดตายที่ยังไม่แน่นอน (20-80 %) (สนธิพันธ์ และชัยศิริ, 2526 และภาณุ และคณะ, 2532)

รูปที่ 1. ปลาบู่ทราย (Sand goby, *Oxyeleotris marmoratus*)

ในการจัดการเพาะขยายพันธุ์และการอนุบาลลูกปลาวัยอ่อนในโรงเพาะฟัก ความรู้พื้นฐานที่สำคัญ ที่จะนำไปพัฒนาในการผลิตลูกพันธุ์ปลาที่มีคุณภาพ และให้มีอัตรารอดที่สูง อันได้แก่

ระยะเวลาในการเพาะฟัก

ขั้นตอนต่างๆ ในการพัฒนาคัพภะของปลา ส่วนใหญ่มีลักษณะคลายคลึงกับสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังโดยทั่วไป ระยะเวลาในการเพาะฟักของไข่ปลาน้ำจืด ขึ้นอยู่กับชนิดของปลาและอุณหภูมิของน้ำ โดยทั่วไปที่อุณหภูมิของน้ำสูงระยะเวลาในการเพาะฟักของไข่ปลาจะสั้นกว่าที่อุณหภูมิของน้ำต่ำ (วิทย์, 2521) วสันต์ และ ชำนาญ (2533) รายงานว่าลูกปลาพันธุ์ผสมระหว่างปลากดเหลืองกับปลาสวายฟักออกเป็นตัวใช้ระยะเวลา 25 ชั่วโมง 55 นาที ที่ 28 °C และชลธิศักดิ์ และคณะ (2536) รายงานว่าไข่ปลาแขยงข้างลาย ฟักออกเป็นตัวใช้ระยะเวลา 21 ชั่วโมง 13 นาทีที่ 28-29 °C.

การยุบตัวของไข่แดง

การยุบตัวของไข่แดง อยู่ในช่วง 2-6 วันหลังจากฟักออกเป็นตัว ขึ้นอยู่กับชนิดของปลาและอุณหภูมิของน้ำ ระยะเวลาในการยุบตัวของไข่แดงในปลาน้ำเค็ม และน้ำจืดมีความคล้ายคลึงกัน ในปลาน้ำเค็ม การยุบตัวของไข่แดงในลูกปลานวลจันทร์ทะเล (Milkfish, *Chanos chanos* Forskal) พบว่า ไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ประมาณ 2.5 วันหลังจากฟักออกเป็นตัว (Chaudhuri *et al.*, 1978) Kuo *et al.* (1973) รายงานถึงการยุบตัวของไข่แดงในลูกปลากระบอกเทา (Grey mullet, *Mugil cephalus*, L.) พบว่าถุงไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ในวันที่ 5 หลังจากฟักออกเป็นตัว Houde *et al.* (1976) รายงานถึงการยุบตัวของไข่แดงในลูกปลากระบอกขาว (White mullet, *Mugil curema* Valenciennes) พบว่าไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ภายใน 3.5 วันหลังจากฟัก ที่อุณหภูมิ 26-27 °C Suzuki และ Hioki (1979) รายงานว่าลูกปลา Lutjanid (*Lutjanus kasmira*) ที่เพิ่งฟักออกเป็นตัววัดความยาวได้ประมาณ 1.83 มิลลิเมตร (Total length) ลักษณะของถุงไข่แดงเป็นรูปไข่ (Ellipsoid) ขนาดใหญ่ ลูกปลาที่เวลา 48 ชั่วโมงหลังจากฟักวัดความยาวได้ 3.08-3.20 มิลลิเมตร ถุงไข่แดงยุบตัวลง ปากและทวารเปิด Rabalais *et al.* (1980) รายงานว่า การยุบตัวของไข่แดงในปลากะพงแดง (Red snapper, *Lutjanus camphechanus*) สามารถยุบตัวลงได้อย่างสมบูรณ์ภายในเวลา 4 วันหลังจากฟักออกเป็นตัว สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ (2524) ได้ศึกษาการเพาะพันธุ์ปลากะพงขาวพบว่า ถุงอาหารนั้นจะค่อย ๆ ยุบตัวและหมดไปในที่สุดเมื่อลูกปลาอายุ 3 วัน ชลอและคณะ(2528) ได้ทำการศึกษาการเกิดอวัยวะและลักษณะทางเนื้อเยื่อของปลากะพงขาววัยอ่อนพบว่า

ลูกปลาอายุ 1 วัน ถุงอาหารมีลักษณะเรียวรูปไข่มีขนาดยาวประมาณ 1/2 ของความยาวลำตัว ลูกปลาอายุ 2 วันถุงอาหารมีลักษณะค่อนข้างกลมมีความยาว 1/6 ของความยาวลำตัว ลูกปลาอายุ 3-4 วัน ถุงอาหารมีขนาดเล็กและมีลักษณะกลม ลูกปลาอายุ 5 วัน ส่วนใหญ่ถุงอาหารยุบหมดแล้ว Fukuhara(1985) รายงานว่าลูกปลา Red sea bream ถุงไข่แดงยุบตัวภายใน 3 วัน Mok (1985) รายงานว่าในลูกปลา *Mylio berda* ที่ได้จากการเพาะขยายพันธุ์โดยวิธีฉีดฮอร์โมนผสมเทียม หลังจากฟักลูกปลามีความยาวเฉลี่ย 2.5 มิลลิเมตร ไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ภายในเวลา 2-3 วัน Bagarinao (1986) รายงานถึงการยุบตัวของไข่แดงในปลาชนิดต่างๆ ดังนี้ปลานวลจันทร์ทะเล (Milkfish, *Chanos chanos*) ไข่แดงยุบตัวลงอย่างสมบูรณ์ที่เวลา 120 ชั่วโมง หลังจากฟักออกเป็นตัว, ปลากะพงขาว (Sea bass, *Lates calcarifer*) ถุงไข่แดงและหยดน้ำมันยุบตัวลงอย่างสมบูรณ์ภายใน 120 ชั่วโมง และในปลา Rabbit fish ถุงไข่แดงยุบตัวลงอย่างสมบูรณ์ภายใน 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 26-30 $^{\circ}$C Fukuhara (1986) รายงานว่าช่วงระยะเวลา 3-5 วันหลังจากที่ลูกปลา Japanese Flounder ฟักออกเป็นตัว ถุงไข่แดงและหยดน้ำมัน (Oil globule) ยุบตัวลงอย่างสมบูรณ์ Fukuhara *et al.* (1986) รายงานถึงการยุบตัวของไข่แดงในปลาหางเหลือง (Yellow tail) สามารถยุบตัวลงได้อย่างสมบูรณ์ภายในเวลา 3 วัน โดยที่ลูกปลาที่ฟักออกเป็นตัวมีถุงไข่แดงซึ่งมีหยดน้ำมันอยู่ด้านหลัง Bensam (1991) รายงานว่าในลูกปลาหลังเขียว (*Sardinella dayi*, Regan) หลังจากฟักออกเป็นตัวถุงไข่แดงจะค่อย ๆ ยุบตัวลง ชั่วโมงที่ 41 หลังจากลูกปลาฟักออกเป็นตัว วัดความยาวได้ 4.01-4.45 มิลลิเมตร ไข่แดงยุบตัวลงอย่างสมบูรณ์ นิเวศน์ และคณะ (2531) ได้ทำการศึกษาการเพาะและชีววิทยาของลูกปลากะรัง (*Epinephelus malabaricus*) พบว่าไข่แดงยุบเมื่อลูกปลาอายุได้ 59 ชั่วโมงหลังจากฟัก Amornsakun and Hassan (1996) ศึกษาการยุบตัวของไข่แดง ของลูกปลากระพงแดง พบว่าไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ประมาณ 54 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัวที่อุณหภูมิ 26-30°C

ในปลาน้ำจืดได้ทำการศึกษาการเพาะและการเลี้ยงลูกปลากราย พบว่าลูกปลากรายที่ออกเป็นตัวใหม่ ๆ มีถุงอาหาร (Yolk sac) สีเหลืองขนาดใหญ่อยู่ที่ส่วนท้องและถุงอาหารจะยุบหมดเมื่อลูกปลาอายุได้ 5-6 วัน (โกมุทและคณะ, 2522) สนธิพันธ์และชัยศิริ (2525) ได้รายงานการยุบตัวของถุงไข่แดงลูกปลาบู่ทราย ลูกปลาอายุ 1 วัน ถุงอาหารยาวประมาณ 1/5 ของความยาวลำตัว ลูกปลาอายุ 2 วันถุงอาหารยุบลงเกือบหมด ลุกปลาอายุ 3 วันถุงอาหารยุบหมด อำนวยและวสันต์(2525) ได้ทำการศึกษาการเพาะพันธุ์ปลากดเหลือง และปลาตะพากพบว่า ลูกปลามีอายุได้ 3 วัน และ 2วัน ถุงไข่แดงจะยุบหมดตามลำดับ ณรงค์และสมศักดิ์ (2530) ได้ทำการศึกษาการผสมเทียมปลาเทโพ (*Pangasius larnaudii*) พบว่าถุงอาหารปลาเริ่มยุบหมดใช้เวลาประมาณ 2 วัน

สุปราณีและคณะ (2531) ได้ทำการศึกษาการเกิดอวัยวะและลักษณะทางเนื้อเยื่อของปลาบึกวัยอ่อน พบว่า ถุงอาหารสะสมจะมีขนาดเล็กลงเมื่อปลามีอายุ 2 วันและยุบหมดในวันที่ 4 ชำนาญและคณะ (2533) ได้ทำการศึกษาการเพาะและอนุบาลปลาดุกด้านพบว่า ถุงอาหารจะยุบหมดในเวลา 3 วัน หลังจากฟักเป็นตัว วสันต์และชำนาญ (2533) ได้ทำการศึกษาการเพาะพันธุ์ปลาลูกผสมระหว่างปลาสวายกับปลากดเหลืองพบว่า ไข่จะฟักออกเป็นตัวภายในเวลา 25 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 28 °C ถุงอาหารยุบหมดภายในเวลา 3 วัน อำนวย และคณะ (2534) ได้ทำการศึกษาการเพาะพันธุ์ปลาน้ำเงินโดยวิธีผสมเทียมพบว่า ลูกปลาอายุได้ 4 วัน ถุงไข่แดงยุบเกือบหมด บรรจง และคณะ (2535) ได้ทำการศึกษาคัพภะวิทยาของปลาหมอช้างเหยียบพบว่า ลูกปลาที่มีอายุ 2 วันขนาดของถุงสะสมอาหารหดตัวลงมากเหลือให้เห็นเพียงเล็กน้อย และถุงสะสมอาหารจะยุบหมดเมื่อลูกปลาอายุได้ 2.5 วัน อนุสสรณ์ และคณะ (2535) ได้ทำการศึกษาการเพาะพันธุ์ปลากราย (*Notopterus chitala*) พบว่าลูกปลากรายที่ฟักออกเป็นตัวใหม่ ๆ จะมีถุงไข่แดงติดอยู่ที่หน้าท้องและไข่แดงยุบหมดเมื่อลูกปลาอายุประมาณ 5 วัน ศราวุธ และสุวรรณดี (2535) ได้ทำการศึกษาคุณลักษณะด้านชีววิทยาและธุรกิจการเพาะเลี้ยงปลาไหลนา พบว่าลูกปลาเพิ่งฟักเป็นตัวมีถุงไข่แดงขนาดใหญ่สีเหลือง ลูกปลาอายุ 4 วัน บางตัวถุงไข่แดงยุบลง วิศณุพร และคณะ (2536) ได้ทำการศึกษาการเพาะและการอนุบาลปลาตะโกกพบว่าลูกปลาอายุ 1 วันถุงอาหารเกิดเม็ดสีและถุงอาหารจะยุบลงเมื่อลูกปลาอายุ 3 วัน วสันต์และสุขาวดี (2537) ได้ทำการศึกษาการเพาะและอนุบาลปลากดเหลือง พบว่าถุงไข่แดงยุบหมดในเวลา 3 วัน วิศณุพร และคณะ (2537) ได้ทำการศึกษาการเพาะพันธุ์ปลาสายยู พบว่าลูกปลาอายุได้ 3 วันถุงอาหารยุบเกือบหมด พรรณศรี และคณะ (2538) ได้ทำการศึกษาชีววิทยาการเพาะพันธุ์ปลานิลสีแดงสายพันธุ์ไทยพบว่า ลูกปลาอายุ 5-วันไข่แดงจะยุบหมด Amornsakun *et al.* (1997) ศึกษาการยุบตัวของไข่แดงของลูกปลากดเหลือง พบว่าไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ประมาณ 72 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัวที่อุณหภูมิ 25-30 °C

ความสัมพันธ์การกินอาหารกับการพัฒนาการเปิดปากและระบบทางเดินอาหาร

ลูกปลาที่เริ่มฟักออกมาใหม่ ปกติจะมีรูปร่างใส และมีจุดสีเข้ม ๆ ซึ่งไม่ทราบหน้าที่ ที่แน่นอน ปากและขากรรไกรยังไม่ปรากฏ ลำไส้จะเป็นลักษณะท่อตรง ในขณะที่ไข่แดงยุบตัวปากก็เริ่มทำงาน ลำไส้เริ่มพัฒนา และตัวอ่อนได้รับอาหารจากภายนอก

การพัฒนาการเปิดปากและการเริ่มกินอาหาร

การเปลี่ยนแปลงขนาดความสูงของปากลูกปลาจะมีความสัมพันธ์กับขนาดของอาหาร และการดำรงชีวิต Ito *et al.* (1977) อ้างโดย Dabrowski and Bardega (1984) รายงานว่า ขนาดของอาหารครั้งแรกที่ปากของปลา Loach กินได้มีขนาดเป็น 0.2-0.4 เท่าของขนาดความสูงของปาก ลูกปลาล่าเหยื่อส่วนใหญ่ จะมีขนาดความสูงของปากที่กว้าง (Blaxter, 1969) Shirota (1970) รายงานว่า ขนาดปากของปลาชนิดต่าง ๆ ตลอดช่วงที่มีการเจริญเติบโตจะมีความแตกต่างกันในด้านอัตราส่วนระหว่างขนาดของปากที่เปิดกับความยาวของปลา และลูกปลาที่มีปากขนาดเล็กจะมีการเจริญเติบโตช้ากว่าปลาที่มีปากขนาดใหญ่

การพัฒนาการเปิดปากของลูกปลาอยู่ระหว่าง 2-4 วันหลังจากที่ฟักออกมาเป็นตัว ขึ้นอยู่กับชนิดของปลา และอุณหภูมิ ระยะเวลาการเปิดปากของลูกปลาน้ำเค็ม และน้ำจืดค่อนข้างจะใกล้เคียงกัน ในลูกปลาน้ำเค็ม Hussian and Higuchi (1980) รายงานว่าปากของลูกปลากะรัง (Brown spotted grouper) พัฒนาสมบูรณ์เมื่อปลาอายุ 3-4 วัน โดยเมื่อปลามีขนาด 204 mm (1.5 วัน) ขากรรไกรเริ่มพัฒนา และเมื่อปลามีขนาด 2.6 mm ปากเริ่มขยับได้ นิเวศน์ และคณะ (2531) รายงานว่า ลูกปลากะรังวัยอ่อนอายุ 3 วันปากจะเริ่มเปิดกินอาหารได้ ขนาดปากของลูกปลาระยะแรกประมาณ 150-183 μm Predalumprabut and Tanvilai (1988) รายงานว่าลูกปลากะรังอายุ 1 วัน (TL 2.18 mm) ปากยังปิดอยู่ เมื่อลูกปลาอายุ 3 วัน (TL 2.20 mm) ปากเปิดออกโดยขากรรไกรบนและขากรรไกรล่างมีความแตกต่างกันชัดเจน เมื่ออายุ 12 วัน (TL 3.57 mm) ปากเปิดสมบูรณ์ ลูกปลาอายุ 32 วัน (TL 8.10 mm) ปากขยายขนาดใหญ่ขึ้นมีฟันซี่เล็ก ๆ บนขากรรไกรบนส่วนหน้า (Premaxillary) นิเวศน์ และคณะ (2531) รายงานว่าลูกปลากะรังอายุ 54 ชั่วโมง ปากเริ่มเปิด เมื่ออายุ 59 ชั่วโมง ปากเปิดสมบูรณ์

สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ (2524) รายงานว่าปากของลูกปลากะพงขาววัยอ่อนจะปรากฏชัดเจนและเริ่มเปิดเมื่อลูกปลาอายุได้ 3 วัน Kosutarak and Watanabe (1984) รายงานว่า ลูกปลากะพงขาวอายุ 1 วัน (TL 2.20±0.08 mm) ปากยังปิดอยู่ เมื่ออายุ 2 วัน (TL 2.52±0.06 mm) ปากจะเปิด ชลอ และคณะ (2528) รายงานว่าลูกปลากะพงขาววัยอ่อนอายุ 2 วันปากเริ่มเปิด ลูกปลาอายุ 3-4 วัน ปากเปิดมากขึ้น ช่วงอายุ 5-7 วัน กระดูกขากรรไกรพัฒนามากขึ้น ปากเปิดมากขึ้น

Pechmanee and Chungyampin (1988) รายงานว่าลูกปลากะพงแดงวัยอ่อนจะกินโรติเฟอร์เมื่ออายุ 2 วันโดยปากเปิดสูง 191 μm โรติเฟอร์ที่กินมีขนาด 78 μm คิดเป็น 40 % ของความสูงของปาก ต่อมาลูกปลามีการพัฒนาขนาดของปากเพิ่มขึ้น เมื่อลูกปลาอายุ 6-10 วัน ขนาดของอาหารที่กินคิดเป็น 29.4 % ของความสูงของปาก โดยขนาดของปากที่เปิดเมื่อลูกปลาอายุ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 วัน มีค่าดังนี้ 222, 227, 253, 353, 382, 386, 414 และ 414 μm ตามลำดับ Doi and Singhagraiwan (1993) รายงานว่าลูกปลากะพงแดงอายุ 37 ชั่วโมง ปากเริ่มเปิดมีขนาด 145 μm ที่อุณหภูมิน้ำ 26-29 °C เมื่อลูกปลากินอาหารพวกตัวอ่อนหอยนางรมหลังจากปากเปิดได้ 10 ชั่วโมง มีขนาดของปาก 200 μm ซึ่งจะมีขนาดของไข่แดงและหยดน้ำมันลดลงซึ่งการพัฒนาของปากนี้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำด้วยโดยที่อุณหภูมิน้ำสูงปากจะเปิดเร็วกว่าที่อุณหภูมิน้ำต่ำ Amornsakun and Hassan (1996) รายงานว่าปากของลูกปลากะพงแดงจะเปิดเมื่อลูกปลาอายุประมาณ 48 ชั่วโมง (TL 3.16 ± 0.07 mm) โดยวัดขนาดความสูงของปากได้ 69.29±14.07 μm เมื่อลูกปลาอายุ 54 ชั่วโมง (TL 3.17 ± 0.06 mm) ซึ่งไข่แดงจะยุบหมดเมื่อปากเปิดสูง 168.27 ± 22.76 μm Amornsakun *et al.* (1997) รายงานว่าลูกปลากดเหลืองเริ่มกินอาหาร (ไรแดง) ที่ 52 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว (TL 6.05 ± 0.24 mm) โดยวัดขนาดความสูงของปากได้ 553.40 ±130 μm ที่อุณหภูมิ 25-30 °C

Juario *et al.* (1985) รายงานว่า ปากของลูกปลาสลิดหิน (Rabbit fish) เริ่มเปิดเมื่อลูกปลาอายุ 2 วัน โดยปากเปิดกว้าง 125 μm อาหารที่กินเป็นตัวอ่อน Rotifer ที่มีขนาดเล็กกว่า 125 μm Eda *et al.* (1994) รายงานว่าลูกปลา Dragonet, *Repomucenus beniteguri* เริ่มกินโรติเฟอร์ประมาณ 80 ชั่วโมง หลังจากฟักออกเป็นตัว

และในลูกปลาน้ำจืด สนธิพันธ์ และชัยศิริ (2525) รายงานว่า ลูกปลาบู่ทรายอายุได้ 2 วันจะเห็นปากเริ่มเคลื่อนไหว ภาณุ และคณะ (2532) รายงานว่าลูกปลาบู่ทรายอายุ 1 วัน บริเวณปากกำลังพัฒนาเป็นริมฝีปากบนและริมฝีปากล่าง เมื่อลูกปลาอายุ 2 วัน จะเห็นปากชัดเจน Kouril *et al.* (1982) อ้างโดย Dabrowski and Bardega (1984) รายงานว่า ลูกปลาเกล็ดเงิน (Silver carp) อาหารที่กินครั้งแรกเป็นโรติเฟอร์ (Rotifer) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 μm เมื่อลูกปลาอายุ 3 วัน พินิจ และโยธิน (2527) รายงานว่า ลูกปลาตะเพียนขาวอายุ 1 วัน 7 ชั่วโมง จะเห็นปากชัดเจน Dabrowski and Bardega (1984) รายงานว่า ขนาดอาหารที่เหมาะสมกับปากของปลาเฉา (Grass carp), ปลาเกล็ดเงิน (Silver carp) และ ปลาหัวโต (Big head carp) ที่มีขนาด 20-30 mm โดยปากจะเปิดทำมุม

ประมาณ 45 $^{\circ}$ ขนาดอาหารที่เหมาะสมมีค่า 50-90 μm ในปลาเกล็ดเงิน ขนาด 90-150 μm ในปลาเฉา และขนาด 150-250 μm ในปลาหัวโต วิศณุพร และคณะ (2536) รายงานว่าลูกปลาตะโกกเมื่อฟักออกเป็นตัวใหม่ๆ ปากเริ่มแบ่งเป็นริมฝีปากบนและริมฝีปากล่าง แต่ยังปิดอยู่ เมื่อลูกปลาอายุ 3 วัน จะเห็นขากรรไกรบน ขากรรไกรล่างและกระพุ้งแก้มแยกออกจากกัน วิศณุพร และคณะ (2537) รายงานว่าลูกปลาสายยูอายุ 1 วัน จะเริ่มเห็นรอยแยกของปาก ภาณุ และคณะ (2538) รายงานว่า ลูกปลาดุกอุยอายุ 1 วัน (TL 5.89 mm) ตอนปลายของส่วนหัวมีรอยแยกซึ่งจะกลายเป็นปากต่อไป เมื่ออายุ 2 วัน (TL 6.84 mm) ปากเริ่มเปิดกว้าง เมื่ออายุ 12 วัน ปากมีความกว้างมาก

การพัฒนาระบบทางเดินอาหาร

โดยปกติรูปแบบของลำไส้ของลูกปลาที่เริ่มกินอาหารจะเป็นท่อตรงแบบง่าย ๆ การย่อยของอาหารจะเกิดขึ้นบริเวณส่วนปลายใกล้กับรูก้น (Blaxter, 1969) รูปแบบของระบบทางเดินอาหารจะมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงตามชนิดของปลา และพฤติกรรมการกินอาหาร (Ferraris *et al.*, 1987) ในลูกปลาน้ำเค็ม Hussian and Higuchi (1980) รายงานว่าลูกปลากะรัง (Brown spotted grouper) มีทางเดินอาหารพัฒนาสมบูรณ์เมื่อปลาอายุ 3-4 วัน โดยเมื่อปลามีขนาด 2.4 mm (1.5 วัน) กระเพาะอาหารมีความหนามากขึ้นแต่ช่องทวาร ยังปิดอยู่ เมื่อปลามีขนาด 2.6 mm (3 วัน) กระเพาะอาหารเริ่มทำงานและช่องทวารเปิด Predalumprabut and Tanvilai (1988) รายงานว่า ลูกปลากะรังขนาด 3.38 mm (SL) มีทางเดินอาหารเป็นแบบง่ายๆ เมื่อลูกปลามีขนาด 4.55 mm (SL) ทางเดินอาหารบิดเป็นเกลียวและแบ่งเป็นส่วนของลำไส้ส่วนท้าย หลังจากนั้นกระเพาะอาหารและลำไส้จะขยายขนาดตามการเจริญเติบโต เมื่อลูกปลามีขนาด 4.70 mm (SL) โครงสร้างผิวของลำไส้ส่วนท้ายเริ่มเป็นคลื่น

สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ (2524) รายงานว่าลูกปลากะพุงขาวเมื่อฟักออกเป็นตัวใหม่ๆ ทางเดินอาหารจะปรากฏชัดเจน ชลอ และคณะ (2528) รายงานว่าลูกปลากะพงขาววัยอ่อนอายุ 2 วันจะมีทางเดินอาหารเป็นท่อสั้นตรง และยังเจริญไม่สมบูรณ์ ลูกปลาอายุ 3-4 วัน จะมีหลอดอาหารเป็นท่อตรงสั้น ลูกปลาอายุ 5 วัน ลำไส้ขดเป็นวง กระเพาะอาหารยังไม่เจริญ ลูกปลาอายุ 7 วัน ท่อทางเดินอาหารเจริญดีขึ้นเป็นหลอดอาหารโดยเริ่มตั้งแต่คอหอยจนถึงลำไส้ ลูกปลาอายุ 8 วัน ผนังลำไส้มีความหนามากขึ้น ลูกปลาอายุ 9-10 วัน ลำไส้มีความยาวมากขึ้น ลูกปลาอายุ 11-13 วัน ท่อทางเดินอาหารระหว่างหลอดอาหารกับลำไส้มีลักษณะยาวและตรงมากขึ้นแสดงว่าเริ่มมีการเจริญของกระเพาะอาหาร ลูกปลาอายุ 14-15 วัน กระเพาะอาหารเจริญมากขึ้นเป็นรูปตัวเจ ลูกปลาอายุ 23-27 วัน ระบบย่อยอาหารมีอวัยวะต่างๆ เจริญเต็มที่เหมือนตัวเต็มวัย

ดุสิต และคณะ (2528) รายงานว่าลูกปลากะพงขาวระยะแรกๆ มีทางเดินอาหารสั้น เมื่อลูกปลาเข้าสู่ระยะ Flexure ทางเดินอาหารมีการพัฒนาควบคู่กันไปกับอวัยวะอื่นๆ ซึ่งเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ จนลูกปลามีขนาด 11.5 cm (SL) จะเป็นช่วงที่มีการพัฒนาระบบย่อยอาหารสมบูรณ์ขึ้น Walford and Lam (1993) รายงานว่าลูกปลากะพงขาวอายุ 1 วัน (TL 2.20 mm) มีทางเดินอาหารเป็นท่อตรง เมื่ออายุ 2 วัน (TL 2.52 mm) ปลาเริ่มกินอาหาร เมื่อลูกปลาอายุ 4 วัน (TL 2.80 mm) บริเวณลำไส้ส่วนต้นและ Rectum แยกออกจากกันชัดเจนด้วยลิ้นและมีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่ออายุ 5-6 วันกระเพาะอาหารเริ่มมีการม้วน สามารถอาศัยอาหารจากภายนอกร่างกายได้เต็มที่ เมื่ออายุ 8 วัน (TL 6.08 mm) กระเพาะอาหารมีการม้วนอย่างสมบูรณ์ บริเวณส่วนต้นของทางเดินอาหารมีการขยายตัวกว้างขึ้นเป็นกระเปราะ เมื่ออายุ 11 วัน ส่วนของกระเปราะเริ่มเปลี่ยนรูปเป็นกระเพาะอาหารจนสมบูรณ์เมื่ออายุ 13 วัน (TL 11.04 mm) และเริ่มเห็นส่วนของไส้ติ่ง จนเห็นไส้ติ่งสมบูรณ์เมื่ออายุ 15 วัน (TL 11.50 mm) ซึ่งกระเพาะอาหารจะมีรูปร่างที่แน่นอนโดยส่วนของกระเพาะส่วนต้นจะติดต่อกับส่วนของไส้ติ่งที่ส่วนมุมแหลมของกระเพาะอาหาร เมื่อปลาอายุ 17 วัน (TL 12.32 mm) จะเห็นระบบทางเดินอาหารสมบูรณ์ซึ่งการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของระบบทางเดินอาหารจะเปลี่ยนตั้งแต่ตัวอ่อนจนถึงวัยรุ่น โดยปลาวัยรุ่นจะมีระบบทางเดินอาหารคล้ายตัวเต็มวัยและสามารถกินอาหารได้ทั่วไป เช่น ปลาสดหรืออาหารผสม เมื่อปลาอายุมากขึ้น ระบบทางเดินอาหารก็จะมีขนาดใหญ่ขึ้นรวมทั้งไส้ติ่งก็มีการพัฒนาอย่างชัดเจนมากเมื่อปลาอายุ 30 วัน (TL 22.54 mm) รูปแบบของกระเพาะอาหารและไส้ติ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีกจนกระทั่งปลาอายุ 80 วัน (TL 60.67 mm)

ประวิม และคณะ (2527) รายงานว่าลูกปลากะพงแดงอายุ 3 วัน พบทางเดินอาหารเป็นท่อเล็กๆ ทอดไปตามแนวกึ่งกลางของลำตัวเปิดออกที่ช่องทวาร Doi and Singhagraiwan (1993) รายงานว่าลูกปลากะพงแดงวัยอ่อนอายุ 1 วัน จะมีส่วนของลำไส้เป็นเส้นตรงโดยไม่มีอวัยวะทางเดินอาหารอย่างอื่น เมื่ออายุ 2 วัน ส่วนของลำไส้เริ่มโค้งลงและเปลี่ยนรูปไป ทำให้เกิดส่วนของ หลอดอาหาร และ ลำไส้ใหญ่ และเกิดส่วนของตับและถุงลมด้วย เมื่อลูกปลามีขนาด 2.95 mm ส่วนของกระเพาะส่วนกลาง (Mid-gut) เริ่มโค้งเป็นวงแต่วงยังไม่สมบูรณ์ ส่วนของตับจะโตขึ้นปิดส่วนของลำไส้ส่วนต้นและหลอดอาหาร เมื่อลูกปลาอายุ 5-6 วัน (TL 2.75-3.17 mm) ส่วนของลำไส้เปลี่ยนรูปแบบเป็นวงชัดเจน เมื่อลูกปลาอายุ 9 วัน (TL 3.98 mm) เกิดส่วนของกระเพาะอาหารขึ้นเป็นครั้งแรก เมื่อลูกปลามีขนาด 7.04-7.35 mm ส่วนปลายของกระเพาะอาหารมีรูปร่างเป็นรูปกรวย เมื่อลูกปลาวัยรุ่นมีขนาด 10.14 mm เกิดส่วนของไส้ติ่ง 5 อันเล็กๆที่ส่วนของรอยต่อระหว่างกระเพาะอาหารและลำไส้ เมื่อลูกปลามีขนาด16.16-19.21 mm ส่วนของกระเพาะอาหาร

ขยายขนาดเป็นถุงใหญ่ขึ้นและส่วนปลายของกระเพาะอาหารจะโค้งมน เมื่อลูกปลามีขนาด 30.92 mm ส่วนของไส้ติ่งมีความยาวมากขึ้นและลำไส้ส่วนต้นเริ่มโค้งลงจนกระทั่งลูกปลามีขนาด 40 mm เมื่อลูกปลามีขนาดมากกว่า 40 mm ส่วนของลำไส้จะโค้งต่อกับลำไส้ใหญ่ เหมือนตัวเต็มวัย ถุงน้ำดี (Bile sac) พัฒนามากขึ้น ส่วนของถุงน้ำดีเห็นชัดเจนเป็นสีเขียวอยู่ทางด้านขวาของกระเพาะอาหาร ส่วนของม้ามจะพัฒนาขึ้นที่ช่องว่างระหว่างกระเพาะอาหารกับลำไส้เล็ก

Ciechomski (1967) รายงานว่า ลูกปลา Argentine anchovy ที่มีขนาดน้อยกว่า 33 mm มีทางเดินอาหารสั้นและเป็นท่อตรงแต่มีส่วนต้นและส่วนปลายที่แตกต่างกัน โดยลูกปลาที่มีขนาด 33 mm จะเริ่มเห็นส่วนของกระเพาะอาหารและไส้ติ่งปรากฏขึ้น และเริ่มมีเม็ดสีที่ลำไส้ส่วนต้น เมื่อลูกปลามีขนาด 50 mm ส่วนของกระเพาะอาหารมีการพัฒนาอย่างมาก โดยจะเห็นรูปร่างของกระเพาะอาหารชัดเจนและมีทางเดินอาหารเหมือนตัวเต็มวัย Fukuhara (1985) รายงานว่า ลูกปลา Red sea bream มีทางเดินอาหารแบบม้วนเป็นวง 1 วงเมื่อมีความยาว 7.5 mm (SL) เมื่อลูกปลามีขนาด 5.5-9.1 mm (SL) จะปรากฏมีไส้ติ่งและบริเวณส่วนท้ายของทางเดินอาหารมีการโค้งเข้า ซึ่งจะเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนระยะจากลูกปลาวัยอ่อน (Larval stage) เป็นลูกปลาวัยรุ่น (Juvenile stage) เมื่อลูกปลามีขนาด 10 mm ขึ้นไปจะมีการพัฒนาของไส้ติ่งโดยมีขนาดยาวขึ้น และทางเดินอาหารจะเป็นมุมที่ส่วนท้ายซึ่งต่อกับลำไส้ใหญ่ และมีขนาดใหญ่ขึ้น Ferraris *et al.* (1987) รายงานว่า ลูกปลานวลจันทร์ทะเล มีทางเดินอาหารเป็นแบบง่ายๆตลอดความยาวท่อทางเดินอาหารไม่มีความแตกต่างกัน สามวันต่อมาจะมีความแตกต่างไปเป็นส่วนของหลอดอาหาร, กระเพาะ และลำไส้ โดยทางเดินอาหารตลอดช่วงที่มีไข่แดงจะเหมือนกับปลาในกลุ่มปลากระดูกแข็งทั่วไปเพราะตัวอ่อนจะต้องการเพียงระบบเบื้องต้นเพื่อการยุบตัวของไข่แดงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Metamorphosis) และการเจริญเติบโตระบบทางเดินอาหารจะมีการพัฒนาเพื่อพฤติกรรมการกินอาหารของปลา เมื่อลูกปลาไข่แดงยุบหมด(อายุ 2-3 วัน) จะมีความแตกต่างของระบบทางเดินอาหารชัดเจนโดยเกิดการม้วนตัวของทางเดินอาหาร ซึ่งการม้วนตัวไม่ใช่เพื่อการหลั่งเอนไซม์เท่านั้น แต่จะเป็นไปพร้อมกับการเกิดรงควัตถุที่ตา การเริ่มกินอาหาร และสัมพันธ์กับการเปลี่ยนอาหารจากไข่แดงเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ Pittman *et al.* (1990) รายงานว่าลูกปลาซีกเดียว (Halibut) เมื่อเริ่มต้นทางเดินอาหารจะเป็นท่อตรง เมื่ออายุ 14 วัน ส่วนของทางเดินอาหารจะเกิดการแบ่งช่วงซึ่งเกิดจากการหนาขึ้นของลำไส้ส่วนต้น เมื่ออายุ 15-18 วัน จะเกิดกลุ่มของตับอยู่ทางด้านซ้ายของไข่แดง ต่อมาอีก 1 สัปดาห์ จะเห็นเป็นอวัยวะชัดเจนอยู่บนไข่แดง และจะชัดเจนขึ้นเมื่อไข่แดงยุบตัวแล้วโดยมีปริมาตรเป็น 1/5 ของช่องว่างในช่องท้อง เมื่ออายุ 25 วันจะเห็นส่วนของถุงน้ำดี เป็นถุงลมอยู่หลังตับ เมื่ออายุ 35 วัน จะเห็นการหดตัวของลำไส้ส่วนต้น อีก 15 วันต่อมาจะเกิดถุงอยู่ทางด้านซ้ายของไข่แดง โดยที่ปลายลำไส้ใหญ่ จะตั้งฉากกับกระดูกสันหลัง ผนังลำไส้มีความหนามากขึ้น และมีการหดตัวเป็นจังหวะ

ชัดเจน เมื่อลูกปลาเริ่มกินอาหาร อวัยวะภายในจะมีการพัฒนาและเกิดเป็นวงของลำไส้สมบูรณ์เมื่ออายุ 80-90 วัน โดยมีส่วนของไส้ติ่งพัฒนาขึ้นในวงของลำไส้

และลูกปลาน้ำจืด กำธร (2514) รายงานว่าลูกปลาหมอไทยอายุ 3 วัน มีทวารเปิดออกสู่ภายนอกบริเวณส่วนต้นของแผ่นครีบหาง และศึกษาในปลาช่อนพบว่า ลูกปลาช่อนอายุ 1 วันเริ่มมีอวัยวะเป็นหลอดใสยาวด้านที่ติดกับลำตัว คาดว่าเป็นขั้นเริ่มต้นของการพัฒนาของลำไส้เช่นเดียวกันกับการศึกษาชีววิทยาของปลาบู่ทรายที่ได้จากการผสมเทียม พบว่าในปลาอายุ 1 วัน จะเกิดหลอดกล้ามเนื้อใสใต้ถุงอาหารซึ่งติดกับท่อขับถ่ายเปิดออกสู่ภายนอก โยธิน และรังสิต (2524) รายงานว่ากระเพาะปลากดเหลืองมีลักษณะเป็นถุงตรง ผนังหนาและมีสีขาวขุ่น สนธิพันธ์ และชัยศิริ (2525) รายงานว่าลูกปลาบู่ทรายอายุ 3 วัน จะเห็นกระเพาะอาหารและลำไส้ชัดเจน ภาณุ และคณะ (2532) รายงานว่าลูกปลาบู่ทรายอายุ 1 วัน มีการวิวัฒนาการของระบบทางเดินอาหารเป็นลำไส้ติดต่อกับท่อขับถ่าย พินิจ และโยธิน (2527) รายงานว่าลูกปลาตะเพียนขาวอายุ 1 วัน 7 ชั่วโมง จะเห็นท่อทางเดินอาหาร สุปราณี และคณะ (2531) รายงานว่าลูกปลาบึกอายุ 1 วัน มีระบบทางเดินอาหารเป็นท่อตรง ลูกปลาอายุ 3 วัน ระบบทางเดินอาหารมีการพัฒนาขึ้นมากรวมทั้งระบบขับถ่าย เมื่อลูกปลาอายุ 8-9 วัน กระเพาะอาหารมีการพัฒนาสมบูรณ์ กิจจา (2534) รายงานว่าลูกปลาม้าอายุ 4 วัน จะเห็นระบบทางเดินอาหารชัดเจนแต่ยังไม่เริ่มทำงาน ลูกปลาอายุ 5 วัน ทางเดินอาหารเริ่มทำงาน ลูกปลาอายุ 6 วัน ทางเดินอาหารทำงานเป็นปกติ เห็นส่วนของช่องทวารชัดเจน ลูกปลาอายุ 8 วัน มีการย่อยและขับถ่ายในระบบทางเดินอาหาร ลูกปลาอายุ 9 วันระบบทางเดินอาหารเจริญและใช้งานได้ดี ลูกปลาอายุ 11-12 วันระบบทางเดินอาหารเจริญขึ้นคล้ายตัวเต็มวัย บรรจง และคณะ (2535) รายงานว่าลูกปลาหมอช้างเหยียบอายุ 32 ชั่วโมง ระบบทางเดินอาหารเริ่มพัฒนามากขึ้น เมื่อลูกปลาอายุ 2 วัน บริเวณส่วนท้องมีช่องขับถ่ายเปิดออก ธนวัฒน์ และคณะ (2536) รายงานว่าลูกปลาแก้มช้ำในระหว่างที่เป็นตัวอ่อนระยะแรก อวัยวะภายในจะพัฒนาโดยเฉพาะระบบทางเดินอาหาร วิศณุพร และคณะ (2536) รายงานว่าลูกปลาตะโกกอายุ 3 วัน จะเริ่มพัฒนาส่วนของอวัยวะภายในเช่น กระเพาะอาหาร เมื่ออายุ 4 วัน ทางเดินอาหารเริ่มทำงาน เมื่ออายุ 5 วัน ระบบทางเดินอาหารทำงานได้ตามปกติ เห็นส่วนของช่องทวารชัดเจน วิศณุพร และคณะ (2537) รายงานว่าลูกปลาสายยูอายุ 3 วัน ระบบทางเดินอาหารเริ่มทำงาน ภาณุ และ คณะ (2538)รายงานว่าลูกปลาดุกอุยอายุ 1 วัน (TL 5.89 mm) มีท่อทางเดินอาหารเป็นท่อตรงสั้นๆ และมีช่องเปิดบริเวณท้ายลำตัว เมื่ออายุ 2 วัน (TL 6.84 mm) เห็นท่อทางเดินอาหารและช่องทวารเปิดออกชัดเจน เมื่ออายุ 3 วัน (TL 7.10 mm) ทางเดินอาหารเป็นท่อชัดเจนมีลักษณะโค้งตอนปลายก่อนถึงช่องทวาร เมื่ออายุ 5 วัน (TL 8.50 mm) จะเห็นทางเดินอาหารและช่องทวารชัดเจน

การอดอาหารจนตาย

ความสามารถอยู่รอดของลูกปลาที่ไม่ได้กินอาหารเลยแตกต่างกันในแต่ละชนิดของปลา ดังเช่น ในปลา Northern anchovy, *Engraulis mordax* จะตายหมดที่ 5-6 วันหลังจากฟักออกเป็นตัว (Lasker *et al.*, 1970) ในปลา Dragonets (*Callionymus flagris, C. richardsoni and C. ornatipinnis*) จะตายหมดใช้ระยะเวลา 3-4 วันหลังจากฟักออกเป็นตัว (Takita, 1980) ในปลากะพงขาว (Sea bass, *Lates calcarifer*) จะตายหมดใช้ระยะเวลา 100-120 ชั่วโมง หลังจากฟักออกเป็นตัว (Kosutaruk and Watanabe, 1984 และHassan and Amornsakun, 1996) ในปลา*Repomucenus* spp. จะตายหมดใช้ระยะเวลา 5-7 วัน หลังจากฟักออกเป็นตัว (Eda *et al.*, 1993) ในปลากะพงแดง (Red snapper, *Lutjanus argentimaculatus*) จะตายหมดใช้ระยะเวลา 120 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว ที่อุณหภูมิ 25.5-30.5 ^{o}C (Amornsakun and Hassan, 1996) และในปลากดเหลืองพบว่าลูกปลาเริ่มตายที่ 56 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว และตายหมดที่ 176 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 27.2-31.5 ^{o}C การให้อาหารแก่ลูกปลาในระยะเวลาที่เหมาะสมจะทำให้ลูกปลามีอัตราการรอดตายที่สูงขึ้น การให้อาหารแก่ลูกปลากดเหลือง ควรให้ในช่วงเวลา 2-6 วันหลังจากฟักออกเป็นตัว จะทำให้อัตราการรอดตายของลูกปลาไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) (Amornsakun *et al.*, 1996)

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การศึกษาการพัฒนาของตัวอ่อน

(Embryonic development experiment)

ทำการเพาะขยายพันธุ์ปลาโดยวิธีการเลียนแบบธรรมชาติโดยใช้บ่อดิน (รูปที่ 2) ปล่อยพ่อแม่พันธุ์ปลาที่สมบูรณ์เพศ (รูปที่ 3) ในอัตรา จำนวน 1 คู่ ต่อพื้นที่ 3 ตารางเมตร เลี้ยงโดยให้กินอาหารปลาสดวันเว้นวันในอัตรา 1% ของน้ำหนักตัว ใช้แผ่นกระเบื้องลอนสร้างเป็นรังสำหรับวางไข่ วางเป็นรูปสามเหลี่ยม (รูปที่ 4) แต่ละรังวางให้ห่างกันประมาณ 3 เมตร ระดับน้ำภายในบ่อสูงประมาณ 1.50 เมตร ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน ๆ ละ 10% ของปริมาตรน้ำทั้งหมด ทำการสำรวจรังวางไข่ เป็นประจำทุกวันๆ ละ 1 ครั้งในเวลา 08.00 น.

เมื่อถึงช่วงที่ปลาวางไข่ นำพ่อแม่พันธุ์ปลาที่พร้อมจะว่างไข่ ใส่ในตู้กระจกปริมาตร 500 ลิตร (ปริมาตรน้ำ 300 ลิตร) จำนวนตู้ละ 1 คู่ พร้อมกับใส่แผ่นกระเบื้องลอนสำหรับปลาวางไข่ จำนวนตู้ละ 2 แผ่นวางเป็นรูปสามเหลี่ยม สุ่มเก็บตัวอย่างไข่ที่ได้รับการผสมน้ำเชื้อที่ติดอยู่กับแผ่นกระเบื้องลอน เป็นระยะ ๆ ศึกษารูปร่างการพัฒนาของตัวอ่อน จนกระทั่งตัวอ่อนฟักออกเป็นตัว ทำการศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมถ่ายรูป และบันทึกเวลาในแต่ละระยะของการพัฒนา เก็บตัวอย่างดองด้วยฟอร์มาลิน 10 %

รูปที่2. บ่อดินที่ใช้ในการเพาะพันธุ์วิธีการเลียนแบบธรรมชาติ

ก

ข

รูปที่ 3. ลักษณะของอวัยวะเพศของปลาบู่ทราย

ก. เพศเมีย

ข. เพศผู้

รูปที่ 4. รังวางไข่ปลาบู่ทรายทำจากแผ่นกระเบื้อง

การศึกษาอัตราการปฏิสนธิ, ระยะเวลาในการเพาะฟัก และอัตราการฟักออกเป็นตัว

(Fertilization rate, Hatching out and Hatching rate experiment)

ทำการเพาะขยายพันธุ์ปลา โดยใช้ตู้กระจกปริมาตร 500 ลิตร (ปริมาตรน้ำ 300 ลิตร) ดังกล่าวแล้วในการศึกษาการพัฒนาของตัวอ่อน (รูปที่ 5)

โดยการนำแผ่งรังไข่ ที่มีไข่ผสมน้ำเชื้อแล้วติดอยู่ ทำการนับจำนวนไข่ที่แน่นอน ทำการบันทึกเวลาเริ่มต้นเมื่อไข่ผสมกับน้ำเชื้อ ประมาณ 2 ชั่วโมงหลังจากไข่ผสมกับน้ำเชื้อ นับจำนวนไข่เสีย เพื่อใช้ทำการศึกษาอัตราการปฏิสนธิ (Fertilization rate) คำนวณได้จากสูตร

$$\text{อัตราการปฏิสนธิ (\%)} = \frac{\text{จำนวนไข่ทั้งหมด - จำนวนไข่เสีย}}{\text{จำนวนไข่ทั้งหมด}} \times 100$$

และบันทึกเวลาที่ลูกปลาตัวแรกฟักออกเป็นตัวทำให้ทราบถึงระยะเวลาในการฟักไข่ปลา (Hatching out) ทำการนับจำนวนลูกปลาที่ฟักออกใหม่ โดยการใช้หลอดแก้วดูด ดูดลูกปลาที่ฟักออกมาใหม่ทุก ๆ 30 นาที จนกระทั่งลูกปลาตัวสุดท้ายได้ฟักออกจากไข่ และทำการศึกษาอัตราการฟักออกเป็นตัว (เปอร์เซ็นต์) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$\text{อัตราการฟัก (\%)} = \frac{\text{จำนวนตัวอ่อนที่ฟักออกมาใหม่}}{\text{จำนวนไข่ที่นำมาฟัก}} \times 100$$

และทำการบันทึกอุณหภูมิของน้ำตลอดช่วงการศึกษา

รูปที่ 5. ตู้ปลาสำหรับการฟักไข่ปลาบู่

Central Library
Prince of Songkla University

การศึกษาการยุบตัวของไข่แดง

(Yolk absorption experiment)

สุ่มตัวอย่างลูกปลาที่ฟักใหม่ จากตู้กระจกที่ใช้ทำการเพาะฟัก จำนวน 20 ตัว ทุก ๆ 2 ชั่วโมง จนกระทั่งไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ ทำการศึกษาเวลาที่ไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ และปริมาตรของไข่แดงในแต่ละช่วงทุก ๆ 2 ชั่งโมง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ (Microscope) ปริมาตรของไข่แดง (Yolk volume) คำนวณได้ จากสูตร $4/3\pi$ ($R_1/2$)^2 x ($R_2/2$)(R_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางที่สั้น; R_2 = เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาว) (Fukuhara, 1986) (รูปที่ 6) ตัวอย่างลูกปลาที่ใช้ในการทำการศึกษาเก็บดองด้วยฟอร์มาลิน 10 %

การพัฒนาการเปิดปาก

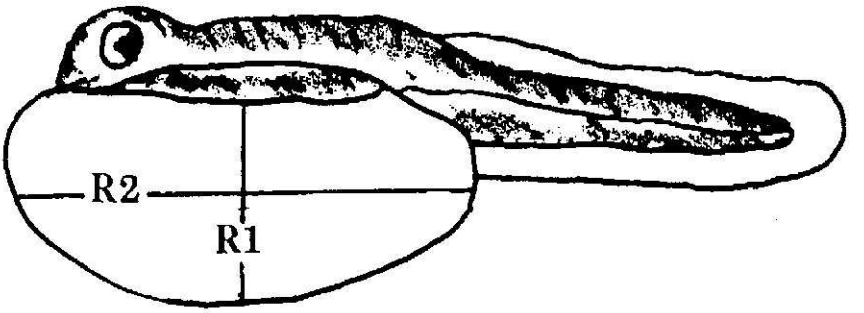
(Mouth opening development)

สุ่มตัวอย่างลูกปลา จากตู้กระจกที่ใช้ทำการเพาะฟัก จำนวน 20 ตัว ทุกๆ 2 ชั่วโมง จนกระทั่งปากพัฒนาอย่างสมบูรณ์ (Fully mouth development) เก็บดองตัวอย่างด้วยฟอร์มาลิน 10 % ทำการวัดความสูงของปาก (Mouth height)โดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง และคำนวณความสูงของปากที่เปิดจากสูตร 1.41xUJ (UJ = ความยาวของขากรรไกรบน) (Shirota, 1970) (รูปที่ 7)

การพัฒนาระบบทางเดินอาหาร

(Digestive tract development)

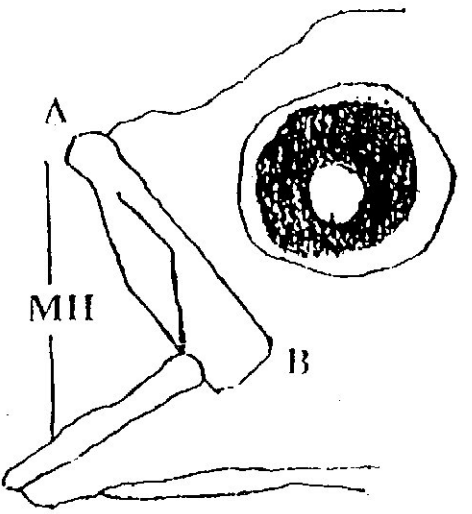
ทำการสุ่มลูกปลา จากตู้กระจกที่ใช้ทำการเพาะฟักจำนวน 20 ตัว ทุกๆวันจนกระทั่งทางเดินอาหารพัฒนาอย่างสมบูรณ์ เก็บดองตัวอย่างในฟอร์มาลิน 10 % ทำการศึกษารูปร่างลักษณะทางเดินอาหาร โดยใช้กล้องจุลทรรศน์พร้อมถ่ายรูปทุกๆระยะ (Fukuhara, 1985)



รูปที่ 6. ลักษณะของลูกปลาที่เกิดมาใหม่

R1 : เส้นผ่าศูนย์กลางที่สั้น

R2 : เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาว



รูปที่ 7. การวัดความสูงของปาก (MH)
AB : ความยาวของขากรรไกรบน

การศึกษาการเริ่มกินอาหาร

(Start of feeding experiment)

ทำการศึกษาโดยใช้ตู้ปลาขนาดปริมาตร 15 ลิตร (ปริมาตรน้ำ 10 ลิตร) ใส่ลูกปลาอายุ 1 วันครึ่ง หลังจากที่ฟักออกเป็นตัว (ระยะก่อนที่ปากจะเปิด) จำนวนตู้ละ 1000 ตัว ให้กินอาหารโดยใช้โรติเฟอร์ (รูปที่ 8) ในปริมาณความหนาแน่น 5-10 ตัว / มิลลิลิตร สุ่มตัวอย่างปลาจำนวน 20 ตัว ทุกๆ 2 ชั่วโมง ตัวอย่างลูกปลาเก็บดองด้วยฟอร์มาลิน 10 % ทำการศึกษาตัวอย่างลูกปลาโดยผ่าทางเดินอาหารเมื่อพบโรติเฟอร์ ในทางเดินอาหาร ทำให้ทราบถึงเวลาที่ลูกปลาเริ่มกินอาหาร (Pechmanee *et al.*, 1986) ทำการศึกษา 3 ซ้ำ

การศึกษาการอดอาหารจนตาย

(Starvation experiment)

ทำการศึกษาโดยใช้ตู้ปลาขนาดปริมาตร 15 ลิตร (ปริมาตรน้ำ 10 ลิตร) ใส่ลูกปลาที่ฟักออกมาใหม่ จำนวนตู้ละ 200 ตัว ตลอดการทดลองไม่มีการให้อาหารลูกปลา ทำการศึกษาจำนวนตัวตายทุก ๆ 2 ชั่วโมงจนกระทั่งลูกปลาตายหมด (Fukuhara, 1987) ทำการศึกษา 3 ซ้ำ

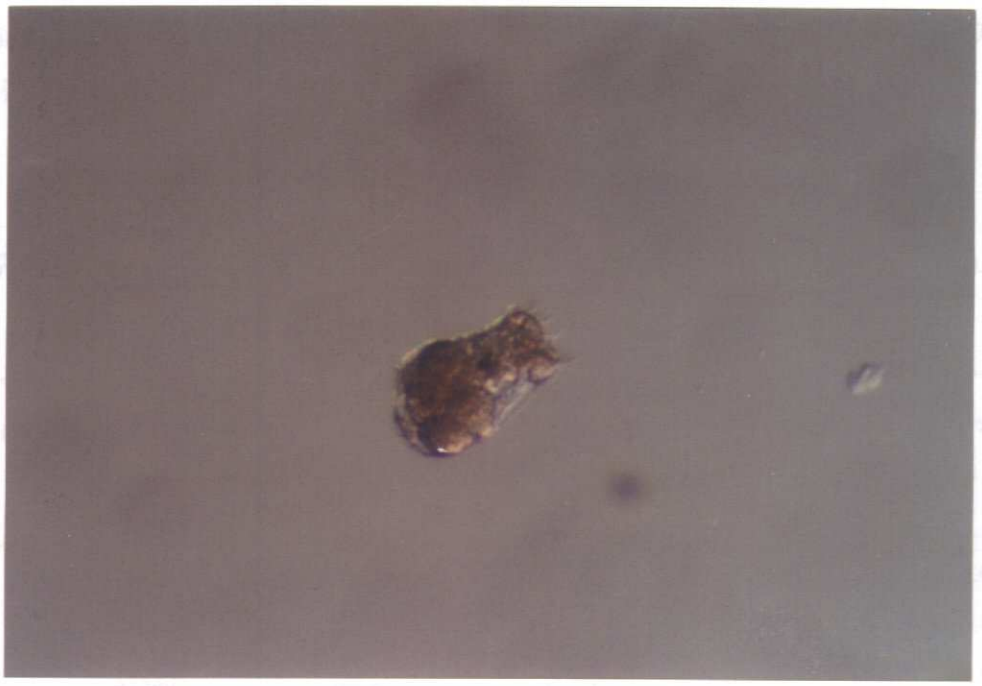
การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์ในการวิเคราะห์อัตราการปฏิสนธิ (Fertilization rate)

วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของปริมาตรไข่แดง และความสูงของปากในแต่ละระยะของลูกปลา

วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่ลูกปลาเริ่มกิน

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ MICROSOFT EXCEL (Walpole and Myers, 1978 และ โนรี และคณะ, 2534)



รูปที่ 8. ลักษณะของโรติเฟอร์

ผลการศึกษา

แม่ปลาบู่ทรายขนาดความยาวลำตัวทั้งสิ้น (Total length) 23 ซม. น้ำหนักลำตัว (Body Weight) 135 กรัม มีน้ำหนักรังไข่ (Ovary Weight) 3.8 กรัม นับจำนวนไข่ทั้งหมดได้ 16,150 ฟอง ไข่ของปลาบู่ทรายเป็นประเภทไข่จมติดกับวัตถุ (Demersal adhesive egg) ลักษณะเป็นรูปกลมรีคล้ายหยดน้ำตา (Tear drop) ความยาวเฉลี่ย 1.67 มม. และมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 0.83 มม. (รูปที่ 9) พบว่าไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อ อัตราการปฏิสนธิเฉลี่ย 98.45 % ระยะเวลาในการฟักไข่ปลา (Hatching out)ประมาณ 28 ชั่วโมง 10 นาทีและมีอัตราการฟักเฉลี่ย 59.33 % อุณหภูมิ 27.0-30.5°C (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 อัตราการปฏิสนธิ และอัตราการฟักออกเป็นตัวของปลาบู่ทราย ที่อุณหภูมิ 27.0-30.5 °C

การศึกษาที่	จำนวนไข่ทั้งหมด (ฟอง)	ไข่ที่ได้รับการผสม (ฟอง)	จำนวนตัวที่ฟักออก (ตัว)	อัตราการปฏิสนธิ (%)	อัตราการฟัก (%)
1	21716	21121	11945	97.26	55.00
2	39516	39273	23710	99.38	60.00
3	37380	36908	23550	98.73	63.00
เฉลี่ย	32870	32434	19735	98.45	59.33

รูปที่ 9. ไข่ของปลาบู่ทรายหลังจากได้รับการผสมพันธุ์ (ความยาว 1.67 มม)

การพัฒนาของตัวอ่อน

จากการศึกษาการพัฒนาของตัวอ่อนของปลาปู่ทราย ในช่วงอุณหภูมิ 27.0-30.5 °C มีระยะการพัฒนาการดังนี้ (รูปที่ 10)

เวลาหลังจากไข่ได้รับการผสมน้ำเชื้อ		ระยะการพัฒนาของตัวอ่อน
ชั่วโมง	นาที	
	0	เริ่มทำการฟักไข่
1	30	แบ่ง 2 เซลล์
1	45	แบ่ง 4 เซลล์
2	5	แบ่ง 8 เซลล์
2	35	แบ่ง 16 เซลล์
2	55	แบ่ง 32 เซลล์
3	40	แบ่ง 64 เซลล์
4	40	ระยะ morula เกิดเซลล์เล็กๆจำนวนมาก ไม่สามารถนับได้
5	40	ระยะ blastula
7	40	ระยะgastrula
14	40	เริ่มพัฒนามัดกล้ามเนื้อ (Somite)
17	10	กล้ามเนื้อพัฒนามากขึ้น
21	10	ส่วนหางเริ่มเคลื่อนไหว
22	10	ส่วนแยกออกจากถุงไข่แดง เริ่มเคลื่อนไหวถี่ขึ้นและแรงขึ้น หัวใจทำงาน มีการไหลเวียนของโลหิต
28	10	เริ่มฟักเป็นตัว

ก

ข

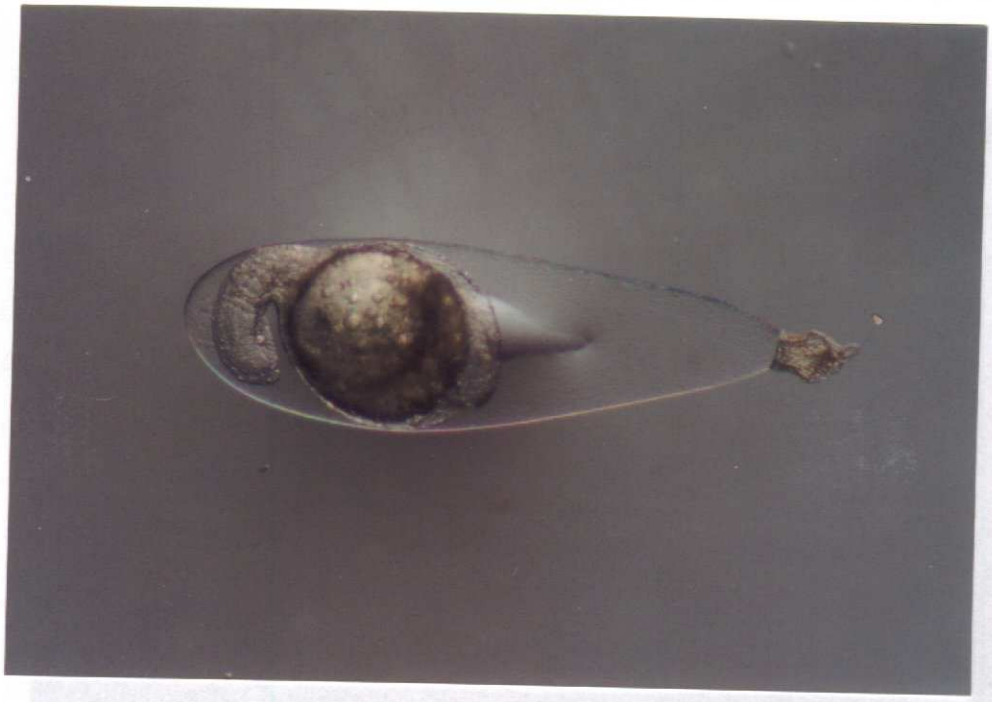
รูปที่ 10. การพัฒนาตัวอ่อนของปลาบู่ทราย

ก. ระยะแบ่ง 2 เซลล์ ข. ระยะmorula ค. ระยะblastula

ง. ระยะgastula จ. ระยะก่อนฟัก ฉ. เริ่มฟักออกเป็นตัว

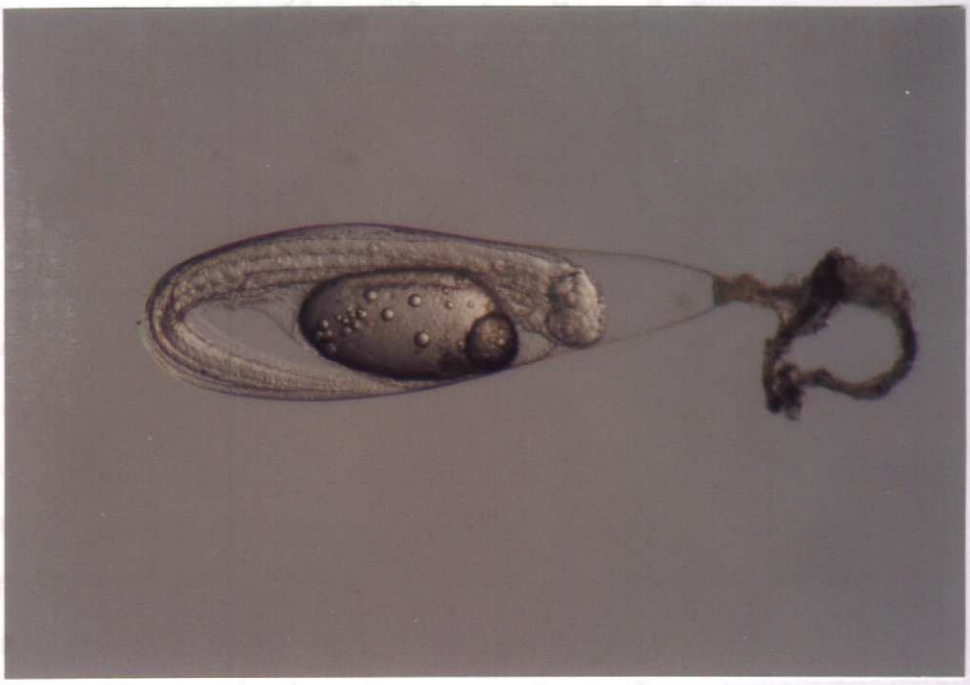
รูปที่ 10 (ต่อ)

ค



ง

รูปที่ 10 (ต่อ)



จ

ฉ

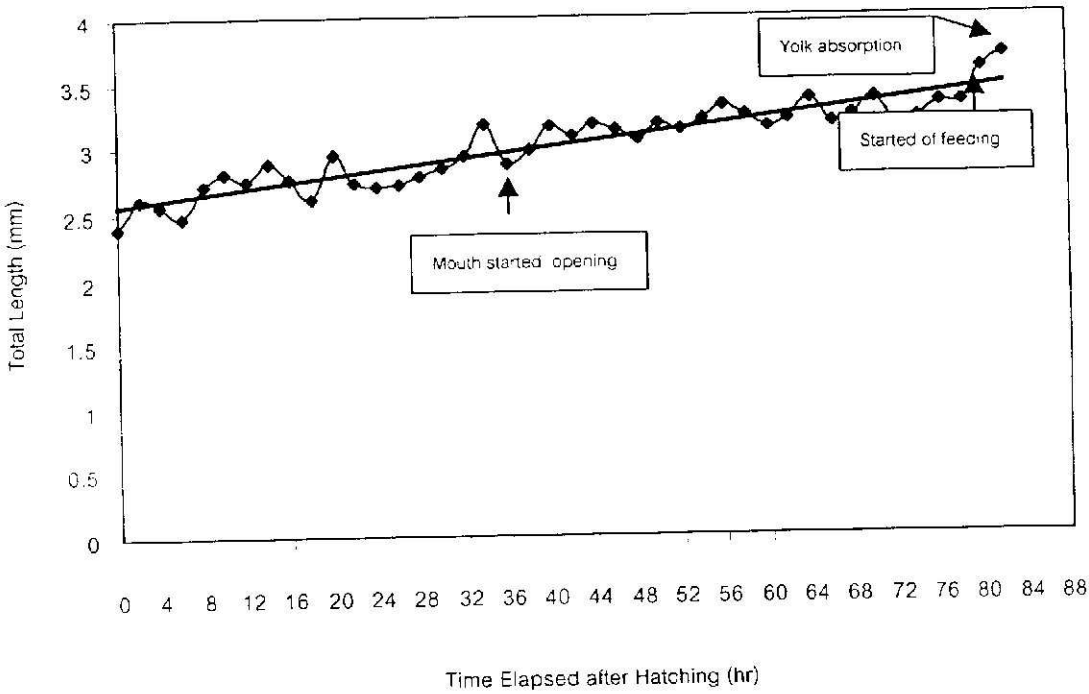
การยุบตัวของไข่แดง

ลูกปลาบู่ทรายที่ฟักออกเป็นตัวมีความยาวลำตัวทั้งสิ้น (Total length) 2.39±0.12 มม. (รูปที่ 11 และตารางผนวกที่ 1) (Mean±SD, n=20) ปริมาตรของไข่แดง 55.32±14.85 μm^3 (Mean±SD, n=20) ไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ที่ 82 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว ลูกปลามีความยาวลำตัวทั้งสิ้น 3.69±0.15 มม. (Mean±SD, n=20) (รูปที่ 12 และตารางผนวกที่ 1)

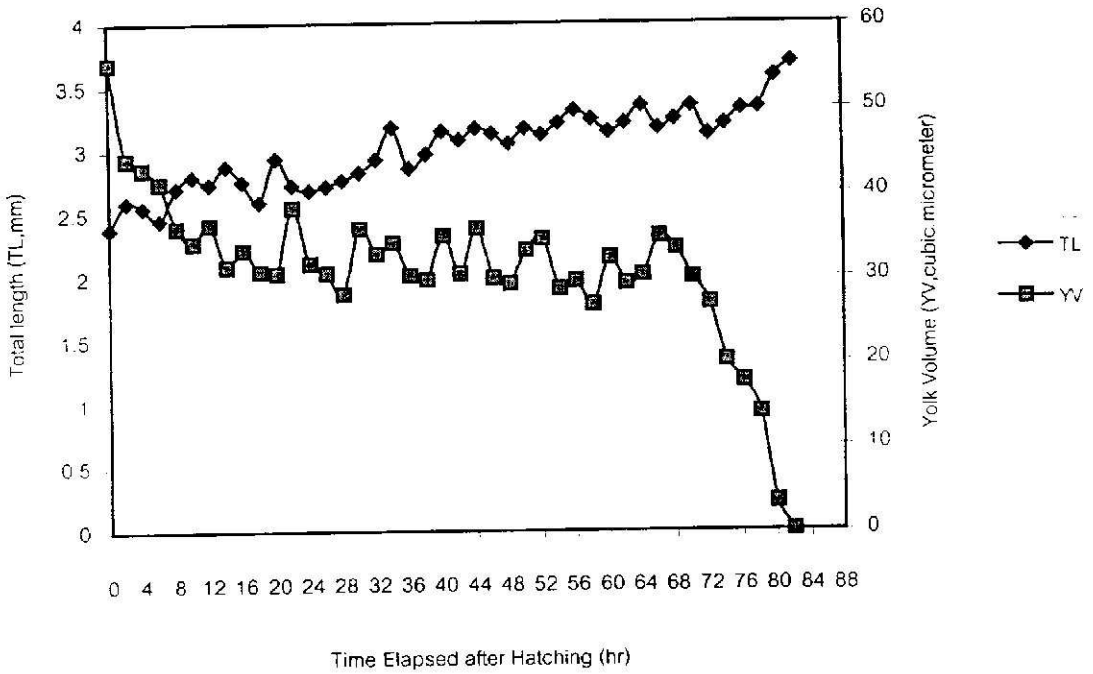
การพัฒนาการเปิดปากและระบบทางเดินอาหาร

ลูกปลาบู่ทรายที่ฟักออกมาใหม่ ยังไม่มีการพัฒนาของปากและขากรรไกร เมื่อลูกปลาอายุ 36ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัวเริ่มมีการพัฒนาของขากรรไกรและเริ่มเห็นเป็นรูปปาก ลูกปลาบางส่วนปากเริ่มเปิดมีความสูงของปากเฉลี่ย 332.29±17.76 μm (TL 2.86 ± 0.97 mm, Mean ± SD, n=20) ปากจะเปิดอย่างสมบูรณ์ทุกตัวเมื่อลูกปลามีอายุ 78 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว ซึ่งมีความสูงของปากเฉลี่ย 484.29±72.62 μm (Mean±SD, n=20) (รูปที่ 13)จนกระทั่งลูกปลามีอายุ 16 วัน หลังจากฟัก มีความสูงของปากเฉลี่ย 1406.93±118.96 μm (Mean±SD,n=20) อายุ 34 วัน หลังจากฟักออกเป็นตัวมีความสูงของปากเฉลี่ย 2672.46 ±160.76 μm (Mean±SD, n=20)(ตารางผนวกที่ 2)

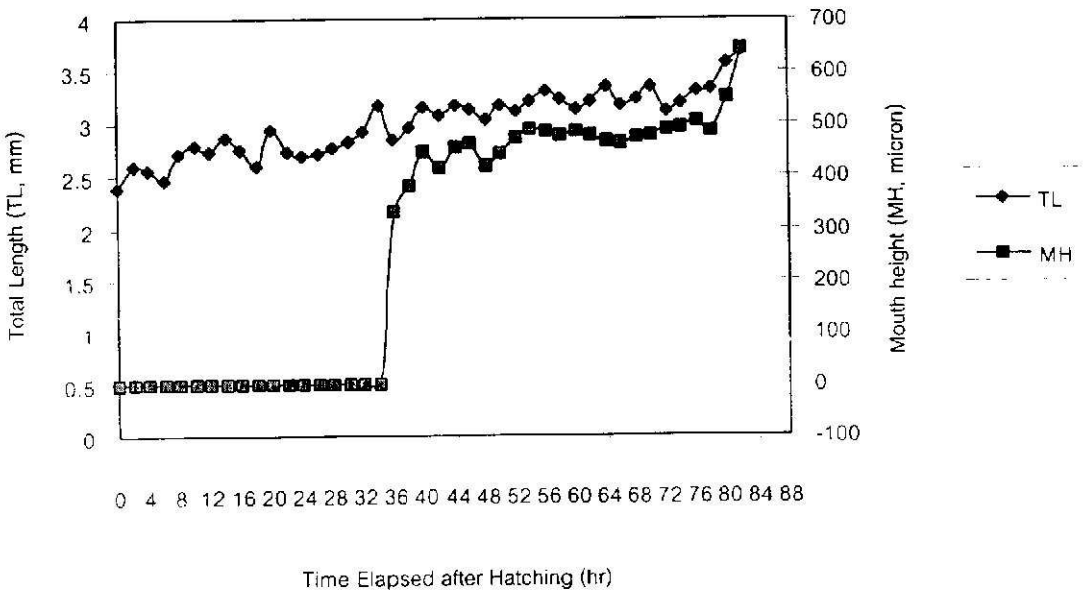
ลูกปลาที่ฟักออกมาใหม่มีทางเดินอาหารแบบที่ 1 (รูปที่ 14ก และตารางผนวกที่ 3) ระบบทางเดินอาหารเป็นแบบเส้นตรงใส ติดอยู่กับถุงไข่แดง (Yolk sac) ทางเดินอาหารจะติดต่อถึงส่วนโค้งของครีบก้น (Anal fin) ปากทวารยังไม่เปิด จนกระทั่งลูกปลาอายุ 38 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว รูทวารจึงเปิดออก อายุ 48 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัวระบบทางเดินอาหารพัฒนามากขึ้น ลูกปลาอายุ 3 วันถึง 6 วันระบบทางเดินอาหารเป็นแบบที่ 2 (รูปที่ 14ข ตารางผนวกที่ 3) คือ ระบบทางเดินอาหารส่วนของลำไส้มีการคอดพับและโค้งงอ ผนังลำไส้หนาขึ้นและเห็นการทำงานของลำไส้ได้ชัดเจน โดยลูกปลาเริ่มกินอาหาร(โรติเฟอร์)แล้ว ลูกปลาอายุ 7 วันหลังจากฟักออกเป็นตัว ระบบทางเดินอาหารเริ่มมีการพัฒนาขึ้นในลูกปลาบางส่วน จนกระทั่งลูกปลาอายุ 14 วันหลังจากฟักออกเป็นตัว ลูกปลาทั้งหมดมีระบบทางเดินอาหารแบบที่ 3 (รูปที่ 14ค ตารางผนวกที่ 3) คือ ลำไส้ของลูกปลามีการม้วนเป็นวง 1 วง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของทางเดินอาหารกับความยาวลำตัวทั้งสิ้นแสดงในรูปที่ 15



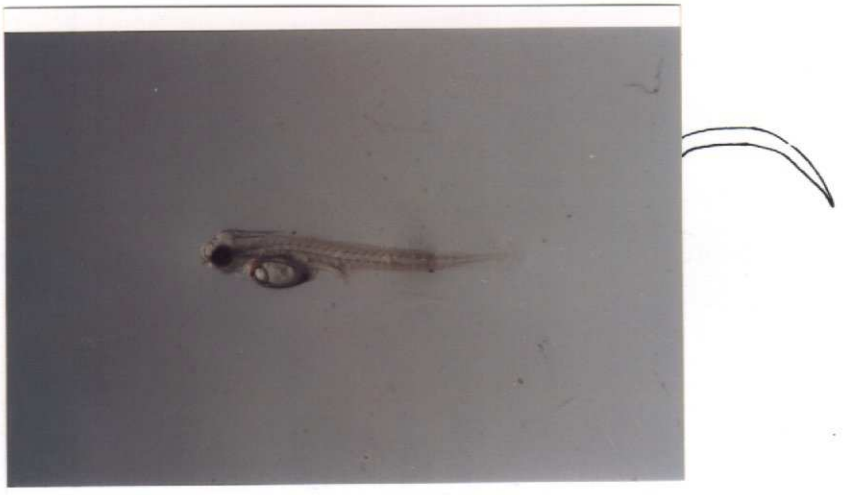
รูปที่ 11. ความยาวลำตัวของลูกปลาบู่ทรายหลังจากฟักออกเป็นตัว และช่วงอายุที่ลูกปลาเริ่มเปิดปาก กินอาหาร และถุงไข่แดงยุบ



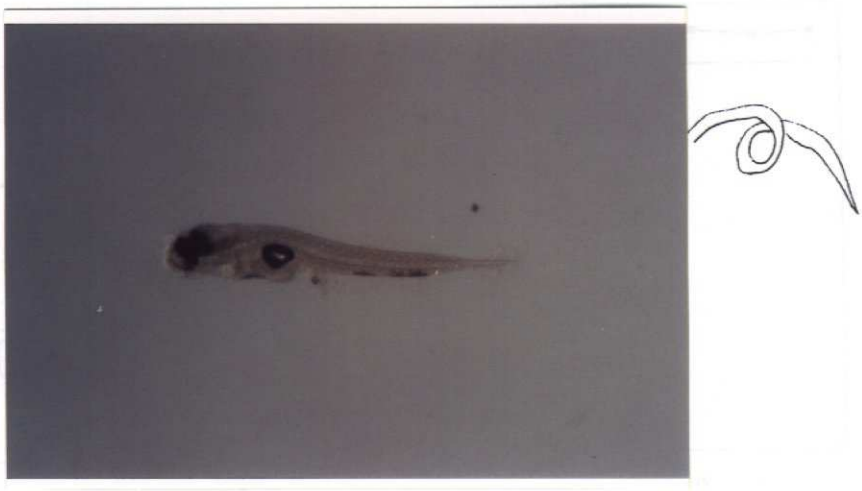
รูปที่ 12. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับปริมาตรของไข่แดงของลูกปลาบู่ทราย หลังจากฟักออกเป็นตัว



รูปที่ 13. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับความสูงของปากของลูกปลาบู่ทราย หลังจากฟักออกเป็นตัว



ก



ข

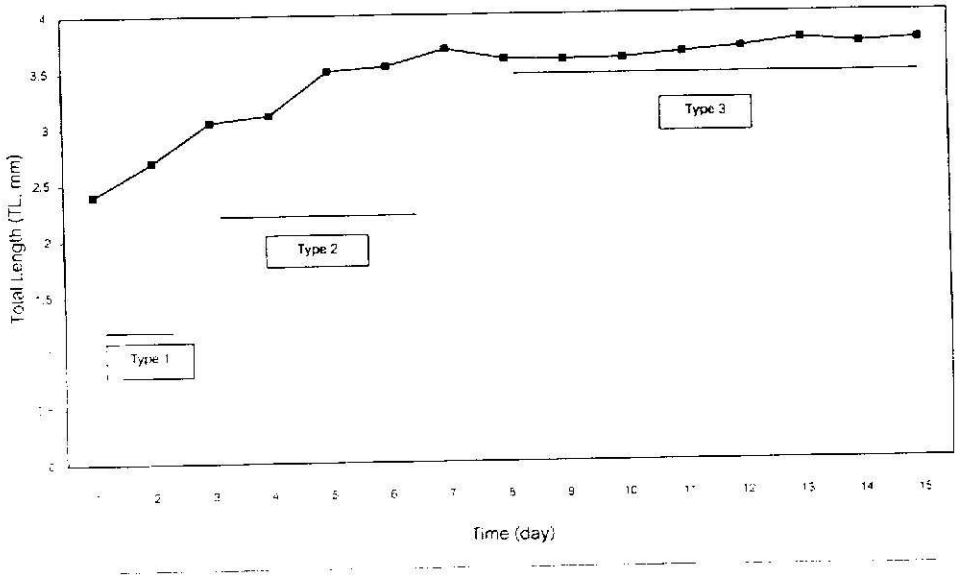
ค

รูปที่ 14. พัฒนาการของระบบทางเดินอาหารของลูกปลาบู่ทราย

ก. แบบที่1 ลำไส้ตรง

ข. แบบที่ 2 ลำไส้เริ่มโค้งงอ

ค. แบบที่ 3 ลำไส้ม้วนเป็น 1 วง



รูปที่ 15. ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของทางเดินอาหารกับความยาวลำตัวทั้งสิ้น

การเริ่มกินอาหาร

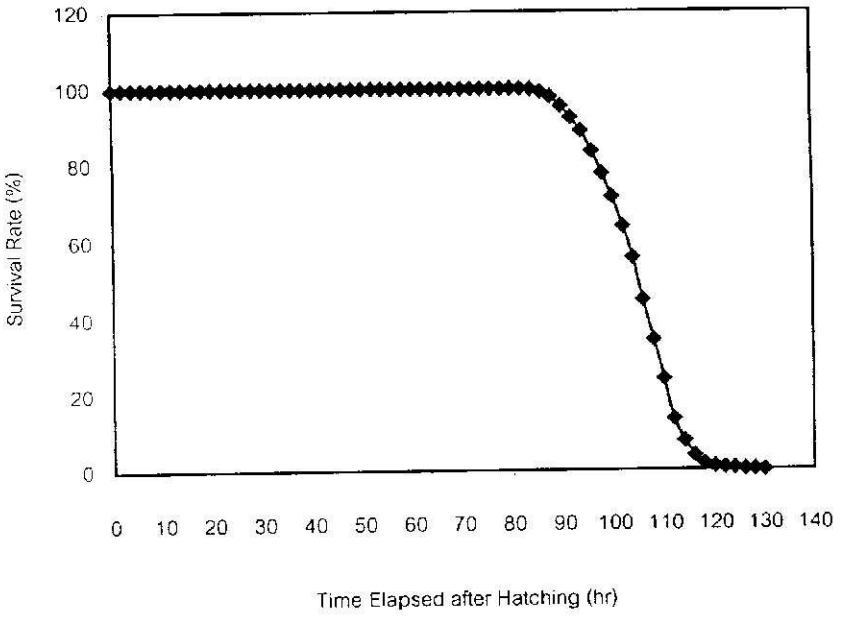
ลูกปลาบู่ทรายบางตัวเริ่มกินอาหาร (โรติเฟอร์)ที่ 80 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว ลูกปลามีความยาวลำตัวเฉลี่ย 3.58 ± 0.61 mm (Mean ± SD, n= 20) มีความสูงของปากเฉลี่ย 549.69 ± 47.94 μm (Mean ± SD, n= 20) พบโรติเฟอร์ในทางเดินอาหารต่อลูกปลา 1 ตัว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.57 ตัว (ตารางที่ 2)

การอดอาหารจนตาย

ลูกปลาบู่ทรายที่ไม่ได้กินอาหารเลย จะเริ่มตายที่ชั่วโมงที่ 84 หลังจากฟักออกเป็นตัว จะตายมากกว่า 50% เมื่อถึงชั่วโมงที่ 106 หลังจากฟักออกเป็นตัวและจะตายหมดที่ 130 ชั่วโมงหลังฟักออกเป็นตัว ที่อุณหภูมิน้ำ 27-30.5 °C (รูปที่ 16 และตารางผนวกที่ 4)

ตารางที่ 2 จำนวนโรติเฟอร์ที่ลูกปลาบู่ทรายกินที่อุณหภูมิ 27.0-30.5 °C (n=20)

เวลาที่หลังจากฟักออกเป็นตัว (ชั่วโมง)	จำนวนโรติเฟอร์ที่พบในระบบทางเดินอาหาร (ตัว) Mean ± SD (Min-Max)			
	การศึกษาที่ 1	การศึกษาที่ 2	การศึกษาที่ 3	ค่าเฉลี่ย
78	0	0	0	0
80	0.60 ± 0.84 (0-2)	0.60 ± 0.69 (0-2)	0.50 ± 0.52 (0-1)	0.57
82	0.60 ± 0.69 (0-2)	0.70 ± 0.67 (0-2)	0.70 ± 0.82 (0-2)	0.67
84	0.80 ± 0.63 (0-2)	0.90 ± 0.73 (0-2)	0.90 ± 0.73 (0-2)	0.87
86	1.00 ± 0.66 (0-2)	0.90 ± 0.64 (0-4)	0.80 ± 0.63 (0-2)	0.90
88	0.80 ± 0.63 (0-2)	1.30 ± 0.94 (0-3)	1.20 ± 0.78 (0-2)	1.10
90	1.60 ± 0.86 (0-3)	1.30 ± 0.48 (0-2)	1.40 ± 0.84 (0-3)	1.43
92	1.90 ± 1.10 (0-4)	1.80 ± 1.13 (0-4)	2.00 ± 1.24 (0-4)	1.90
94	2.30 ± 1.49 (0-5)	1.60 ± 0.96 (0-3)	2.40 ± 1.64 (0-6)	2.10
96	2.10 ± 1.52 (0-6)	2.30 ± 1.22 (0-5)	2.30 ± 1.25 (0-4)	2.23
98	2.50 ± 0.88 (0-4)	2.10 ± 1.05 (0-4)	2.40 ± 1.17 (1-5)	2.33
100	2.31 ± 0.41 (0-5)	2.40 ± 1.23 (0-5)	2.60 ± 1.32 (0-5)	2.44
102	2.60 ± 1.65 (0-6)	2.30 ± 1.41 (1-5)	3.10 ± 1.70 (0-6)	2.67
104	2.90 ± 1.48 (0-5)	2.80 ± 0.48 (0-2)	1.40 ± 0.84 (0-3)	2.37
106	3.30 ± 2.12 (1-6)	3.60 ± 2.01 (1-6)	3.00 ± 1.88 (1-5)	3.30



รูปที่ 16. อัตราการรอดตายของลูกปลาบู่ทรายที่ไม่ได้กินอาหารเลยหลังจากฟักออกเป็นตัว ที่อุณหภูมิ 27.0-30.5 °C

สรุปและวิจารณ์ผล

ไข่ที่ได้รับการผสมจะเริ่มฟักเป็นตัวในเวลา 28 ชั่วโมง 10 นาทีที่อุณหภูมิของน้ำ 27.0-30.5°C สอดคล้องกับ ทวี และคณะ (2528) ซึ่งทำการศึกษาพฤติกรรมการวางไข่ของปลาบู่ทราย และพบว่าไข่ที่ได้รับการผสมจะฟักเป็นตัวภายใน 28 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิของน้ำ 25-27 °C

ไข่แดงของลูกปลาบู่ทรายยุบตัวอย่างสมบูรณ์ที่ 3.4 วันหลังจากฟักออกมาเป็นตัว พบว่าใช้ระยะเวลาใกล้เคียงกับการยุบตัวของปลาชนิดอื่นทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม Amornsakun *et al.* (1997) ศึกษาการยุบตัวของไข่แดง และการเริ่มกินอาหารของลูกปลากดเหลือง พบว่าไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ประมาณ 3 วัน หลังจากฟักออกเป็นตัวที่อุณหภูมิ 25-30 °C. Houde *et al.*(1976) รายงานถึงการยุบตัวของไข่แดงในลูกปลากระบอกขาว (White mullet, *Mugil curema* Valenciennes) พบว่าไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ภายใน 3.5 วันหลังจากฟัก ที่อุณหภูมิ 26-27 °C Amornsakun (1999) ศึกษาการยุบตัวของไข่แดง ของลูกปลากดคัง พบว่าไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ประมาณ 4.3 วัน หลังจากฟักออกเป็นตัวที่อุณหภูมิ 28.0-30.5 °C อนุสรณ์ และคณะ (2535) ได้ทำการศึกษาการเพาะพันธุ์ปลากราย (*Notopterus chitala*) พบว่าลูกปลากรายที่ฟักออกเป็นตัวใหม่ ๆ จะมีถุงไข่แดงติดอยู่ที่ด้านท้องและไข่แดงยุบหมดเมื่อลูกปลาอายุประมาณ 5 วัน

กล่าวได้ว่าระยะเวลาการยุบตัวของไข่แดงไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาตรของไข่แดง เวลาการยุบตัวของไข่แดงของลูกปลาบู่ทราย (ปริมาตรไข่แดง 55.32 μm^3) ใช้เวลา 3.4 วันหลังจากฟักออกมาเป็นตัว ในขณะที่ เวลาการยุบตัวของไข่แดงของลูกปลากดเหลือง (ปริมาตรไข่แดง 1186 μm^3) ใช้เวลา 3 วันหลังจากฟักออกมาเป็นตัว (Amornsakun *et al.*, 1997) ลูกปลากดคัง (ปริมาตรไข่แดง 1443 μm^3) ใช้เวลา 4.3 วันหลังจากฟักออกมาเป็นตัว (Amornsakun, 1999) และในปลานวลจันทร์ทะเล (ปริมาตรไข่แดง 407 μm^3) ใช้เวลา 2.5 วันหลังจากฟักออกมาเป็นตัว (Chaudhuri *et al.*, 1978)

ในลูกปลาสลิดหิน (*Siganus guttatus*) การพัฒนาตา ปาก และระบบทางเดินอาหารเกิดขึ้นมาอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ถุงไข่แดงยังปรากฏอยู่ กล่าวได้ว่าลูกปลาสามารถที่จะกินอาหารก่อนที่ไข่แดงจะยุบอย่างสมบูรณ์ (Bagarinao, 1986) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าที่ 36 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว ปริมาตรไข่แดงเหลืออยู่ 54.68 % ของปริมาตรไข่แดงเริ่มต้น ปากของลูกปลาเริ่มเปิด แต่จะเริ่มกินโรติเฟอร์ เป็นอาหาร ที่ 80 ชั่วโมงหลังจากฟักออกมาเป็นตัว (ปากเปิดกว้าง 549.69±47.94 μm) ในขณะที่ปริมาตรไข่แดงเหลืออยู่ 6.16 % ของปริมาตรไข่แดงเริ่มต้น ลูกปลาบู่ทรายเริ่มกินอาหาร

ก่อนที่ไข่แดงจะยุบตัวหมดอย่างสมบูรณ์ 2 ชั่วโมง ปลากดเหลืองเริ่มกินอาหารในขณะที่ปริมาตรไข่แดงเหลืออยู่ 31.2 % ของปริมาตรไข่แดงเริ่มต้น ก่อนที่ไข่แดงจะยุบตัวหมดอย่างสมบูรณ์ 20 ชั่วโมง (Amornsakun *et al.*, 1997) ลูกปลากระบอกเทา (Grey mullet, *Mugil cephalus*, L.) เจริญเติบโตได้รวดเร็วมากในช่วงวันแรก ขณะที่มีการยุบตัวของไข่แดงอย่างรวดเร็ว (Kuo *et al.*, 1973) หลังจากที่ไข่แดงยุบตัวอย่างสมบูรณ์ของลูกปลา black sea bream ที่ไม่ได้กินอาหาร การเจริญเติบโต และการว่ายน้ำจะลดน้อยลง เป็นการบ่งชี้ว่าหลังจากช่วงเวลาที่ไข่แดงยุบจะเป็นจุดอันตรายต่อการดำรงชีวิตของลูกปลา (Fukuhara, 1987) เวลาในการเริ่มกินอาหารของลูกปลาขึ้นอยู่กับปริมาตรของไข่แดง และสภาพแวดล้อม (Houde, 1974) Ishibashi (1974) กล่าวว่าการเริ่มกินอาหารของลูกปลา *Tilapia sparmanii* ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 30 °C ลูกปลาเริ่มกินอาหารที่อายุ 2 วัน ที่อุณหภูมิ 27 °C ลูกปลาเริ่มกินอาหารที่อายุ 3 วัน และที่อุณหภูมิ 24 °C ลูกปลาเริ่มกินอาหารที่อายุ 6 วัน

อาหารที่ลูกปลาปู่ทรายเริ่มกินในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ โรติเฟอร์ (ขนาดประมาณ 100 μm) ในขณะที่ลูกปลามีความยาวเฉลี่ยประมาณ 3.58 มิลลิเมตร พบว่าอาหารที่ลูกปลาเริ่มกินได้ มีขนาด 18.7 % ของความสูงของปาก ซึ่งสอดคล้องกับ Ito and Suzuki (1977), Hunter (1980), Amornsakun *et al.* (1997) และAmornsakun (1999) รายงานว่าโดยทั่วไปแล้วลูกปลาจะเริ่มกินอาหารที่มีขนาดประมาณ 20-40 % ของความสูงของปาก ลูกปลาปู่ทรายเริ่มกินอาหารในเวลาเดียวกันกับปลานวลจันทร์ทะเล คือเริ่มกินโรติเฟอร์เป็นอาหารที่ 80 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว (Eda *et al.*, 1990) เร็วกว่าลูกปลากระบอก Hassan (1990) รายงานว่าลูกปลากระบอก (mullet, *Liza haematocheila)* เริ่มกินโรติเฟอร์เป็นอาหาร อายุ 5 วัน 6 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว

ความสูงของปากลูกปลาปู่ทราย (549 μm) ที่เริ่มกินอาหาร (โรติเฟอร์) มีขนาดความสูงของปากที่ใกล้เคียงกับปลากดเหลือง และปลากดคัง แต่เริ่มกินอาหารช้ากว่าและขนาดของอาหารเล็กกว่า Amornsakun *et al.* (1997) รายงานว่าลูกปลากดเหลืองอายุ 52 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว เริ่มกินไรแดงเป็นอาหาร ความสูงของปาก 553 μm Amornsakun (1999) รายงานว่าลูกปลากดคัง อายุ 64 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว เริ่มกินไรแดงเป็นอาหาร ความสูงของปาก 534 μm แต่จะกว้างกว่าในปลา rabbitfish และปลากะรัง Juario *et al.* (1985) รายงานว่าลูกปลาสลิดหิน(*Siganus guttatus*) อายุ 2 วันหลังจากฟักออกเป็นตัว เริ่มกินโรติเฟอร์เป็นอาหาร ความสูงของปาก 125 μm Maneewong *et al.* (1986) รายงานว่าลูกปลากะรัง, *Epinephelus malabaricus* เริ่มกินโรติเฟอร์ (ขนาด 91-100 μm) เป็นอาหาร ความสูงของปาก 170 μm ลูกปลาปู่ทรายเป็นปลาอีกชนิดหนึ่งที่มีความสูงของปากค่อนข้างมาก แต่เริ่มกินอาหารที่มีชีวิตค่อนข้างเล็ก เป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งในการกินอาหารที่มีชีวิตในระยะเริ่มแรก

โรติเฟอร์จัดเป็นอาหารที่มีชีวิต (living food organisms) ที่มีความเหมาะสมในการให้ลูกปลาเริ่มกินในระยะเริ่มต้น เพราะมีขนาดที่พอเหมาะ จัดเตรียมหาได้ง่าย และมีคุณค่าทางอาหารที่สูง (Pechmanee *et al.*, 1996) ลูกปลาบู่ทรายเริ่มกินโรติเฟอร์ ที่ 80 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว จำนวนเฉลี่ย 0.57 ตัวต่อลูกปลา 1 ตัว ซึ่งน้อยกว่าลูกปลานวลจันทร์ทะเล (milkfish, *Chanos chanos*) เริ่มกินโรติเฟอร์ จำนวน 1-4 ตัว ต่อลูกปลา 1 ตัว (Eda *et al.*, 1990) ปลากดเหลืองเริ่มกินไรแดง จำนวน 1.8 ตัวต่อลูกปลา 1 ตัว (Amornsakun *et al.*, 1997) ปลากดคังเริ่มกินไรแดง จำนวน 1.33 ตัวต่อลูกปลา 1 ตัว (Amornsakun, 1999)

ระยะเวลาในการอดอาหารจนตายในปลาแต่ละชนิดแตกต่างกัน ลูกปลาบู่ทรายที่ไม่ให้อาหารเลย เริ่มตายที่ 84 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว ที่ 106 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว ตายมากกว่า 50 % และตายหมดที่ 130 ชั่วโมงหลังจากฟักออกเป็นตัว (อายุ 5.4 วัน) ที่อุณหภูมิของน้ำ 27.0-30.5 ^{o}C ซึ่งการอดอาหารจนตายของลูกปลาบู่ทรายมีความสอดคล้องกับการอดอาหารจนตายในปลาทั่วไป Northern anchovy, *Engraulis mordax* จะตายหมดที่ 5-6 วันหลังจากฟักออกเป็นตัว (Lasker *et al.*, 1970) ในปลา Dragonets (*Callionymus flagris, C. richardsoni and C. ornatipinnis*) ใช้ระยะเวลา 3-4 วันหลังจากฟักออกเป็นตัว (Takita, 1980) ในปลากะพงขาว (Sea bass, *Lates calcarifer*) ใช้ระยะเวลา 4-5 วัน หลังจากฟักออกเป็นตัว (Kosutaruk and Watanabe, 1984) และในปลา *Repomucenus* spp. ใช้ระยะเวลา 5-7 วัน หลังจากฟักออกเป็นตัว (Eda *et al.*, 1993) ลูกปลาบู่ทรายจะเริ่มตายภายใน 2 ชั่วโมงหลังจากไข่แดงยุบหมด (82 ชั่วโมง หลังจากฟักออกเป็นตัว) และจะตายหมดภายใน 2 วันหลังจากไข่แดงยุบหมด ลูกปลาบู่ทรายค่อนข้างอ่อนแอ และต้องการความเอาใจใส่มาก ซึ่งต่างจากปลากดคัง จะตายหมดภายใน 4 วันหลังจากไข่แดงยุบหมด (Amornsakun, 1999)

เอกสารอ้างอิง

กำธร โพธิ์ทอง. 2514. คัพภวิทยาและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของปลาหมอไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/2514. กองบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 27 หน้า.

กิจจา ใจเย็น. 2534. การศึกษาชีวประวัติการเพาะพันธุ์ปลาม้า. เอกสารวิชาการฉบับที่ 119. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 21 หน้า.

โกมุท อุ่นศรีส่ง, สุรพงษ์ วิวัชรโกเศศ, สาคร จันทรา และมณี ศรีภมร . 2522. การเพาะและการเลี้ยงลูกปลากราย. รายงานประจำปี 2522, สถานีประมงจังหวัดชัยนาท, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 1-5.

เฉิดฉัน อมาตยกุล, วัฒนะ ลีลาภัทร, สุรางค์ สุโนจิตราภรณ์, ทวี วิพุทธานุมาศ, ประดิษฐ์ ศรีภัทรประสิทธิ์ และสมพร กุลบุญ. 2538. ปลาบู่ทราย. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 89 หน้า.

ชลธิศักดิ์ ชาวปากน้ำ, ไพบูลย์ วรสายัณห์ และนารีรัตน์ เรณูนวล. 2536. พัฒนาการของไข่และลูกปลาปลาชะโอนวัยอ่อน. เอกสารทางวิชาการฉบับที่ 37, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 11 หน้า.

ชลอ ลิ้มสุวรรณ, สุปราณี ชินบุตร, นิตยา วชิรไพศาล และทวี หอมชง. 2528. การศึกษาการเกิดอวัยวะและลักษณะทางเนื้อเยื่อของปลากะพงขาววัยอ่อน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 49. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 34 หน้า.

ชัยศิริ ศิริกุล และอมร บัวผัน. 2523. การเพาะและอนุบาลลูกปลาบู่. วารสารการประมง, 33(1): 37-39.

ชำนาญ สุขพันธุ์, วสันต์ ศรีวัฒนะ และทรงศักดิ์ กวนพิทักษ์ . 2533. การเพาะพันธุ์ปลาดุกด้านโดยวิธีฉีดฮอร์โมนผสมเทียม. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2533, สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดสงขลา, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 8 หน้า.

ณรงค์ คงมาก. 2531. ปลาบู่. สหมิตรซอฟเซท, กรุงเทพมหานคร. 47 หน้า.

ณรงค์ วีระไวทยะ และสมศักดิ์ รุ่งทองใบสุรีย์. 2530. การผสมเทียมปลาเทโพโดยวิธีฉีดฮอร์โมน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2530, สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดหนองคาย, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 12 หน้า.

ดุสิต ตันวิไลย, พุทธ แซ่ลิ้ม และยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร. 2528. การศึกษาการพัฒนาของลูกปลากะพงขาววัยอ่อน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 22 หน้า.

ทวี วิพุทธานุมาศ, ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และวีระ วัชรกรโยธิน. 2528. การพัฒนาการเพาะและอนุบาลปลาบู่. ใน รายงานประจำปี 2528. สถานีพัฒนาการเลี้ยงปลาจังหวัดปทุมธานี, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 71-89.

ธนวัฒน์ ชัชวาลย์ธาตรี, เชิดศักดิ์ วงศ์กมลชุณห์, นวรัตน์ จิตภิรมณ์ศรี และเทวกุล บุญประกอบ. 2536. การเพาะพันธุ์ปลาเก้ม้ำ. ใน รายงานประจำปี 2536. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดยโสธร, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 98-118.

นิเวศน์ เรืองพานิช, ไพบูลย์ บุญลิปตานนท์, ธิดา เพชรมณี, ไพฑูรย์ อรรฆยานนท์ และจารุรัตน์ บูรณะพาณิชย์กิจ. 2531. การเพาะพันธุ์ปลากะรัง (*Epinephilus molaba*). เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2531, สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 15 หน้า.

โนรี ใจใส่, วันเพ็ญ กลิ่นพิทักษ์, จำเนียร ฉุ้นประดับ และสืบสกุล อยู่ยืนยง. 2534. ชุดการสอนปฏิบัติการการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์. แผนกวิชาคณิตศาสตร์, ภาควิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 129 หน้า.

บรรจง จำนงศิตธรรม, บุญช่วย ชาวปากน้ำ และจิญาภร หุ้นเอียด. 2535. การอนุบาลลูกปลาหมอช้างเหยียบ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2535, ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดกาญจนบุรี, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 23 หน้า.

ประวิม วุฒิสินธุ์, เสาวนีย์ มุลิกรัตน์ และรัตนา มณีนาวา. 2527. การทดลองเพาะพันธุ์ปลากะพงแดง. ใน เอกสารการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 22 สาขาประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 246-254.

พรรณศรี จริโมภาศ, ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล. บุญเลิศ เกิดโกมุท และพงษ์ศิริ ประสบสุข. 2538. การพัฒนาการเพาะพันธุ์ปลานิลแดง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 169, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, บางเขน, กรุงเทพฯ. 30 หน้า.

พินิจ สีห์พิทักษ์เกียรติ และโยธิน ลีลานนท์. 2527. ชีววิทยาและการเพาะเลี้ยงปลาตะเพียนขาว. เอกสารวิชาการฉบับที่ 39. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 47 หน้า.

ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, สุจินต์ หนูขวัญ และวีระ วัชรกรโยธิน. 2538. การพัฒนาการเจริญพันธุ์และอนุบาลลูกปลาดุกอุย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 166. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 73 หน้า.

ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, อนุสสรณ์ มีวรรณ, ทวี วิพุทธานุมาศ และวีระ วัชรกรโยธิน. 2532. การเพาะและอนุบาลปลาบู่ทราย. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 10. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดปทุมธานี, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 25 หน้า.

โยธิน ลีลานนท์ และรังสิต แย้มเอิบสิน. 2524. ชีววิทยาของปลากดเหลืองใน อ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 33 หน้า.

วสันต์ ศรีวัฒนะ และชำนาญ สุขพันธ์. 2533. การเพาะพันธุ์ปลาลูกผสมระหว่างปลาสวายกับปลากดเหลือง. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 2/2533, สถานีประมงน้ำจืด จังหวัดสงขลา, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 9 หน้า.

วสันต์ ศรีวัฒนะ และสุขาวดี กสิสุวรรณ . 2537. การเพาะและอนุบาลปลากดเหลือง. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ, สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดสงขลา, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 7 หน้า.

วิทย์ ธารชลานุกิจ. 2521. การเพาะและขยายพันธุ์ปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 300 หน้า.

วิศณุพร รัตนตรัยวงศ์, มนัส จันทสูตร และสุเทพ แก้วละเอียด. 2536. การเพาะและอนุบาลปลาตะโกก. ใน รายงานสัมมนาวิชาการประจำปี 2536. ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดพิษณุโลก, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 624-635.

วิศณุพร รัตนตรัยวงศ์, สมนึก คงทรัตน์, อนันต์ เหล่าแช่ม และมนัส จันทสูตร. 2537. การเพาะพันธุ์ปลาสายยู. เอกสารวิชาการฉบับที่ 38. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 15 หน้า.

ศราวุธ เจะโส๊ะ และสุวรรณดี ขวัญเมือง . 2535. ปลาไหลนาคุณลักษณะด้านชีววิทยาและธุรกิจการเพาะเลี้ยง. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1/2535, ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืด ปัตตานี, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 40 หน้า.

สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ. 2524. การเพาะพันธุ์ปลากระพงขาว. เอกสารวิชาการ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 24 หน้า.

สนธิพันธ์ ผาสุขดี และชัยศิริ ศิริกุล. 2525. การทดลองอนุบาลลูกปลาบู่ทรายโดยใช้โรติเฟอร์น้ำจืด. ใน รายงานประจำปี 2525. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดชัยนาท, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 116-128.

สนธิพันธ์ ผาสุขดี และชัยศิริ ศิริกุล. 2526. การอนุบาลลูกปลาบู่. วารสารการประมง, 36(1): 55-59.

สมปอง หิรัญวัฒน์. 2523. ชีวประวัติของปลาบู่. เอกสารวิชาการฉบับที่ 13, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 18 หน้า.

สุปราณี ชินบุตร, พรเลิศ จันทร์รัชชกูล และชลอ ลิ้มสุวรรณ. 2531. การศึกษาการเกิดอวัยวะและลักษณะทางเนื้อเยื่อของปลาบึกวัยอ่อน. ใน เอกสารการสัมมนาวิชาการประจำปี 2531. กองส่งเสริมการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า103.

อนุสรณ์ มีวรรณ, เดชา รอดระรัง และสมพิศ พรรณา. 2535. การเพาะพันธุ์ปลากราย. รายงานประจำปี 2535 สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดลพบุรี, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 1-8.

อำนวย แท่นทอง และวสันต์ ศรีวัฒนะ. 2525. การเพาะพันธุ์ปลากดเหลืองโดยวิธีผสมเทียม. ใน รายงานประจำปี 2525. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดชัยนาท, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 53-63.

อำนวย แท่นทอง, วสันต์ ศรีวัฒนะ และสนธิพันธ์ ผาสุขดี. 2534. การเพาะพันธุ์ปลาน้ำเงินโดยวิธีผสมเทียม. เอกสารวิชาการ, สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดชัยนาท, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 7 หน้า.

Amornsakun, T. 1999. Some aspects in early life stages of larval red-tail catfish, *Mystus wyckioides*. Songklanakarin J. Sci. Technol., 21(4): 401-406.

Amornsakun, T. and Hassan, A. 1996. Aspect in early life stage of larval red snapper, *Lutjanus argentimaculatus* (Forskal). Songklanakarin J. Sci. Technol.,18(1):9-15.

Amornsakun, T., Chiayvareesajja, S. and Hassan, A. 1996. Starvation and initial delay of feeding on larval green catfish, *Mystus nemurus* (Cuv.& Val.) Songklanakarin J. Sci. Technol., 18(4): 443-446.

Amornsakun, T., Chiayvareesajja, S, Hassan, A., Ambak, A. and Jee, A. K. 1997. Yolk absorption and start of feeding of larval green catfish, *Mystus nemurus* (Cuv. & Val.). Songklanakarin J. Sci. Technol., 19(1): 117-122.

Bagarinao, T. 1986. Yolk resorption,onset of feeding and survival potential of larvae of tropical marine fish species reared in the hatchery. Marine Biology, 91:449-459.

Blaxter, J. H. S. 1969. Development : egg and larvae. In Hoar, W. S. and Randall, D. J. (Editors) Fish Physiology Volume III. New York: Academic Press. pp. 178-252.

Bensam, P.1991. Planktonic egg and early lavae of the sardine, *Sardinella dayi* Regan. Ind. J. Fish., 38:89-92.

Chaudhuri, H., Juario, J. V., Primavera, J. H., Samson, R. and Mateo, R. 1978. Observations on artificial fertilization of eggs and the embryonic and larval development of milkfish, *Chanos chanos* (Forskal). Aquaculture, 13:95-113.

Ciechomski, J.Dz., de. 1967. Investigation of food and feeding habits of larval and juveniles of the Argentine anchovy , *Engraulis anchoita* . California Cooperation Oceanic Fisheries Investigation, 11:51-72.

Dabrowski, R. and Bardega, R. 1984. Mouth size and predicted food size preferences of larvae of three cyprinid fish species. Aquaculture, 40:41-46.

Doi , M. and Singhagraiwan, T. 1993. Biology and culture of the red snapper, *Lutjanus argentimaculatus*. Thailand:The research project of fisheries resource development in the Kingdom of Thailand,Department of Fisheries. 51 p.

Eda, H., Fujiwara, T. and Takita, T. 1994. Embryonic, larval and juvenile development in laboratory-reared Dragonets, *Repomucenus beniteguri*. Jap. J. Ichthyol., 40(4): 465-473.

Eda, H., Darwisito, S., Fujiwara, T. and Takita, T. 1993. Rearing of larval and juvenile dragonets, *Repomucenus* spp. Suisanzoshoku, 41: 553-558.

Eda, H., Murashige, R., Eastham, B., Wallace, L., Bass, P., Tamaru, C. S. and Lee, C. S. 1990. Survival and growth of milkfish, *Chanos chanos* larvae in the hatchery. I. feeding. Aquaculture, 89: 233-244.

Ferraris, R. P., Tan, J. D. and Dela Cruz, M. C. 1987. Development of the digestive tract of Milkfish, *Chanos chanos* (Forskal): Histology and histochemistry. Aquaculture, 61:241-257.

Fukuhara, O. 1985. Functional morphology and behavior of early life stages of red sea bream. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 51 (5):731-743.

Fukuhara, O. 1986. Morphological functional development of Japanese flounder in early life stage. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52(1):81-91.

Fukuhara, O. 1987. Larval development and behavior in early life stages of black sea bream reared in the laboratory. Nippon Suisan Gakkaishi, 53: 371-379.

Fukuhara, O., Nakagawa, T. and Fukunaga, T. 1986. Larval and juvenile development of yellowtail reared in the laboratory. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 52(12):2091-2098.

Hassan, A. 1990. Study on the Life History and Aquaculture of the Mullet, *Liza haematocheila* Distribute in the Ariake Sound. Ph.D. Thesis, Graduate School of Marine Science and Engineering, Nagasaki University. 199 p.

Hassan, A. and Amornsakun, T. 1996. The influences of initial delay of feeding on survival and growth of the seabass, *Lates calcarifer*. In the 1996 Annual Meeting of the World Aquaculture Society (January 29 - February 2, 1996), Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand, pp. 17.

Houde, E. D. 1974. Effects of temperature and delayed feeding on growth and survival of larvae of three species of subtropical marine fishes. Mar. Biol., 26: 271-285.

Houde, E. D., Berkeley, S. A., Klinovsky,J. J. and Schekter, R. C. 1976. Culture of larvae the white mullet, *Mugil curema* Valenciennes. Aquaculture, 19:339-350.

Hunter, J. R. 1980. The feeding and ecology of marine fish larvae. In Bardach, J. E., Magnuson, J. J., May, R. C. and Reinhart, J. M. (Editors) Fish Behaviour and Its Use in Capture and Culture of Fishes. ICLARM Conf. Proc., Manila, Philippine, p. 287-330.

Hussian, N. A. and Higuchi, M. 1980. Larval rearing and development of the brown spotted grouper, *Epinephelus tauvina* (Forskal). Aquaculture, 19:339-350.

Ishibashi, N. 1974. Feeding, starvation and weight changes of early fish larvae. In Blaxter, J. H. S. (Editor) The Early Life History of Fish. New York: Springer-Verlag, p. 339-344.

Ito, T. and Suzuki, R. 1977. Feeding habits of a cyprinid loach in the early stages. Bull. Freshwater Res. Lab., 27:85-94.

Juario, J. V., Duray, M. N., Duray, V. M., Nacario, J. F. and Almendars, J. M. E. 1985. Breeding and larval rearing of the rabbitfish, *Siganus guttatus* (Bloch). Aquaculture, 44:91-101.

Kosutaruk, P. and Watanabe, T. 1984. Growth and survival of newly hatched larvae of seabass, *Lates calcarifer* in starved condition. In Report of Thailand and Japan Joint Coastal Aquaculture Research Project(April 1981-March 1984) No.1, September 1984. Thailand : National Institute of Coastal Aquaculture, pp. 81-83.

Kuo, C. M., Shehadeh, Z. H. and Millsen, K. K. 1973. A preliminary report on the development,growth and survival of laboratory reared larvae of the grey mullet, *Mugil cephalus* L. J. Fish. Biol., 5:459-470.

Lasker, R., Feder., H. M., Theilacker, C. H. and May, R. C. 1970. Feeding, growth and survival of *Engraulis mordax* larvae reared in the laboratory. Mar. Biol., 5: 345-353.

Maneewong, S., Akkayanont, P., Pongmaneerat, J. and Iizawa, M. 1986. Larval rearing and development of grouper, *Epinephelus malabaricus* (Bloch and Schneider). Report of Thailand and Japan Join Coastal Aquaculture Research Project (April 1984-January 1986) No.2, April 1986. Thailand: National Institute of Coastal Aquaculture, p. 39-52.

Mok, T. K. 1985. Induced spawning and larval rearing of the white sea bream, *Mylio berda*. Aquaculture, 44:41-49.

Pechmanee, T. and Chungyampin, S. 1988. Experiment on feeding 2-10 days old red snapper, *Lutjanus argentimaculatus* (Forskal) larvae with rotifer *Brachionus plicatilis* S-type. Report of Thailand Japan Joint Coast. Aqua. Res. Proj., 3:44-48.

Pechmanee, T., Pongmaneerat, J. and Iizawa, M. 1986. Effect of Food Density on Food Consumption for Larval Seabass, *Lates calcarifer*. Report of Thailand and Japan Joint Coast. Aqua. Res. Proj. (April 1984-January 1986) No.2, April 1986. Thailand: National Institute of Coastal Aquaculture, p. 1-11.

Pittman, K., Skiftesvik, A. B. and Berg, L. 1990. Morphology and behavioural development of halibut, *Hippoglossus hippoglossus* (L) larvae. J. Fish Biol., 37:455-472.

Predalumprabut, Y. and Tanvilai, D. 1988. Morphological development and the early life history of grouper, *Epinephelus malabaricus*, Bloch and Schreiler. (Pisces:Serranidae). Report of Thailand Japan Joint Coast. Aqua. Res. Proj., 3:49-61.

Rabalais, N. N., Rabalais, S. C. and Arnold, C. R. 1980. Description of eggs and larvae of laboratory reared red snapper, *Lutjanus camphechanus*. Copeia, 4:704-708.

Shirota, A. 1970. Studies on the mouth size of fish larval. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 36(4): 353-368.

Suzuki, K.and Hioki, S. 1979. Spawning behavior,egg and larvae of the lutjanid fish, *Lutjanus kasmira*, in an aquarium. Jap. J. Ichthyol., 26(2):161-166.

Takita, T. 1980. Embryonic development and larvae of three dragonets. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 46: 1-7.

Walford, J. and Lam, T. J. 1993. Development of digestive tract and proteolytic enzyme activity in seabass (*Lates calcarifer*) larvae and juveniles. Aquaculture, 109:187-205.

Walpole, R.E. and Myers, R. H. 1978. Probability and Statistics for Engineers and Scientists. 2nd Edition. Macmillan Publishing Co., Inc., New York. 580 p.

ตารางผนวกที่ 1 ความยาวลำตัวทั้งสิ้น (Total length) และปริมาตรไข่แดงของลูกปลาบู่ทราย หลังจากฟักออกเป็นตัว ทุกๆ 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 27.0-30.5 °C (n=20)

เวลาหลังจากฟัก (ชั่วโมง)	ความยาวลำตัวทั้งสิ้น (มม.) Mean±SD (Min-Max)	ปริมาตรไข่แดง (μm^3) Mean±SD (Min-Max)
0	2.39±0.12 (2.00-2.55)	55.32±14.85(22.91-101.47)
2	2.60±0.12 (2.42-2.80)	44.04±4.88(35.95-55.23)
4	2.56±0.13 (2.37-2.80)	42.90±7.55(31.68-62.85)
6	2.46±0.16 (2.00-2.75)	41.26±6.29(31.81-54.47)
8	2.71±0.11 (2.50-3.00)	36.00±5.84(28.28-47.87)
10	2.80±0.12 (2.60-3.03)	34.16±6.08(20.74-42.87)
12	2.74±0.11 (2.60-3.07)	36.26±6.00(30.63-57.08)
14	2.88±0.15 (2.62-3.12)	31.37±5.70(22.09-44.91)
16	2.76±0.19 (2.45-3.25)	33.29±12.00(30.63-84.84)
18	2.60±0.07 (2.50-2.80)	30.77±11.23(17.18-60.75)
20	2.94±0.15 (2.68-3.20)	30.57±5.46(16.36-40.10)
22	2.73±0.12 (2.55-3.10)	38.30±10.89(21.27-71.59)
24	2.69±0.87 (2.52-2.87)	31.71±7.82(21.78-55.23)
26	2.72±0.06 (2.60-2.87)	30.58±5.57(19.80-43.30)
28	2.77±0.11 (2.55-2.97)	28.11±8.63(16.36-50.73)
30	2.83±0.09 (2.62-3.00)	35.86±10.05(21.78-62.60)
32	2.93±0.18 (2.63-3.18)	32.83±12.30(13.86-66.22)
34	3.18±0.14 (2.85-3.35)	34.14±7.68(23.56-50.28)
36	2.86±0.97 (2.70-3.02)	30.25±8.92(17.82-49.71)
38	2.97±0.14 (2.62-3.25)	29.73±8.88(21.21-49.71)
40	3.15±0.17 (2.80-3.50)	34.93±5.63(27.66-44.19)
42	3.08±0.13 (2.85-3.25)	30.46±8.62(15.84-51.55)

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

เวลาหลังจากฟัก (ชั่วโมง)	ความยาวลำตัวทั้งสิ้น (มม.) Mean±SD (Min-Max)	ปริมาตรไข่แดง (μm^3) Mean±SD (Min-Max)
44	3.17±0.16 (2.82-3.45)	35.85±9.00(28.28-62.85)
46	3.13±0.13 (2.78-3.38)	29.93±8.86(17.67-46.03)
48	3.05±0.14 (2.75-3.30)	29.28±8.91(9.28-38.72)
50	3.17±0.11 (3.00-3.33)	33.17±6.15(21.21-47.87)
52	3.12±0.15 (2.90-3.40)	34.53±6.59(24.05-48.18)
54	3.21±0.12 (2.95-3.43)	28.72±8.87(19.80-61.49)
56	3.31±0.18 (3.08-3.75)	29.57±6.87(26.73-53.39)
58	3.24±0.17 (2.83-3.58)	26.79±10.77(14.73-54.39)
60	3.14±0.10 (3.00-3.30)	32.29±11.93(24.05-74.14)
62	3.21±0.13 (2.95-3.45)	29.30±9.75(14.85-59.12)
64	3.35±0.20 (2.98-3.58)	30.25±10.96(16.57-59.12)
66	3.17±0.16 (2.80-3.40)	34.82±9.46(21.78-52.37)
68	3.24±0.13 (2.95-3.45)	33.40±6.36(27.66-54.47)
70	3.35±0.13 (3.05-3.63)	29.98±9.84(16.36-48.18)
72	3.12±0.12 (2.90-3.33)	26.93±9.19(18.00-52.03)
74	3.20±0.10 (2.98-3.38)	20.14±5.47(14.85-36.89)
76	3.32±0.12 (3.18-3.63)	17.68±4.75(35.35-10.60)
78	3.33±0.71 (3.20-3.75)	13.94±7.61(0-27.61)
80	3.58±0.61 (1.13-4.08)	3.41±3.29(0-9.82)
82	3.69±0.15 (3.48-4.13)	0

ตารางผนวกที่ 2 ความยาวลำตัวทั้งสิ้นและความสูงของปากของลูกปลาบู่ทรายหลังจากฟัก ออกเป็นตัว ที่อุณหภูมิ 27.0-30.5 °C (n=20)

เวลาหลังจากฟัก ชั่วโมง วัน	ความยาวลำตัวทั้งสิ้น (มม.) Mean±SD (Min-Max)	ความสูงของปาก (μm) Mean±SD (Min-Max)
0	2.39±0.12 (2.00-2.55)	0
2	2.60±0.12 (2.42-2.80)	0
4	2.56±0.13 (2.37-2.80)	0
6	2.46±0.16 (2.00-2.75)	0
8	2.71±0.11 (2.50-3.00)	0
10	2.80±0.12 (2.60-3.03)	0
12	2.74±0.11 (2.60-3.07)	0
14	2.88±0.15 (2.62-3.12)	0
16	2.76±0.19 (2.45-3.25)	0
18	2.60±0.07 (2.50-2.80)	0
20	2.94±0.15 (2.68-3.20)	0
22	2.73±0.12 (2.55-3.10)	0
24	2.69±0.87 (2.52-2.87)	0
26	2.72±0.06 (2.60-2.87)	0
28	2.77±0.11 (2.55-2.97)	0
30	2.83±0.09 (2.62-3.00)	0
32	2.93±0.18 (2.63-3.18)	0
34	3.18±0.14 (2.85-3.35)	0
36	2.86±0.97 (2.70-3.02)	332.29±17.76(318.15-353.50)
38	2.97±0.14 (2.62-3.25)	381.78±31.61(318.15-424.20)
40	3.15±0.17 (2.80-3.50)	447.17±20.75(424.20-494.90)
42	3.08±0.13 (2.85-3.25)	417.13±42.29(459.55-482.80)

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

เวลาหลังจากฟัก ชั่วโมง วัน	ความยาวลำตัวทั้งสิ้น (มม.) Mean±SD (Min-Max)	ความสูงของปาก (μm) Mean±SD (Min-Max)
44	3.17±0.16 (2.82-3.45)	454.24±52.90(318.15-565.6)
46	3.13±0.13 (2.78-3.38)	461.31±24.26(388.85-494.90)
48	3.05±0.14 (2.75-3.30)	422.43±21.37(388.85-459.55)
50	3.17±0.11 (3.00-3.33)	445.41±33.24(318.15-459.55)
52	3.12±0.15 (2.90-3.40)	475.45±24.26(424.20-530.25)
54	3.21±0.12 (2.95-3.43)	487.83±58.02(282.80-530.25)
56	3.31±0.18 (3.08-3.75)	484.29±38.21(388.85-530.25)
58	3.24±0.17 (2.83-3.58)	477.22±43.67(353.50-530.25)
60	3.14±0.10 (3.00-3.30)	486.06±37.82(424.20-530.25)
62	3.21±0.13 (2.95-3.45)	477.22±29.24(424.20-530.25)
64	3.35±0.20 (2.98-3.58)	468.38±57.20(318.15-530.25)
66	3.17±0.16 (2.80-3.40)	463.08±47.14(318.15-530.25)
68	3.24±0.13 (2.95-3.45)	473.69±47.84(353.50-530.25)
70	3.35±0.13 (3.05-3.63)	478.99±51.89(353.50-530.25)
72	3.12±0.12 (2.90-3.33)	489.59±40.18(424.20-565.60)
74	3.20±0.10 (2.98-3.38)	494.90±34.40(459.55-565.60)
76	3.32±0.12 (3.18-3.63)	503.73±25.32(459.55-530.25)
78	3.33±0.71 (3.20-3.75)	484.29±72.62(212.10-565.60)
80	3.58±0.61 (1.13-4.08)	549.69±47.94(494.90-671.65)
82	3.69±0.15 (3.48-4.13)	641.60±26.34(600.95-707.00)
4	3.50±0.77(3.38-3.63)	1048.12±127.34(883.75-1343.30)
6	3.69±0.16(3.43-4.00)	2230.58±208.31(1873.55-2615.90)
8	3.59±0.06(3.48-3.65)	1140.03±76.82(1272.60-989.80)

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

เวลาหลังจากฟัก ชั่วโมง วัน	ความยาวลำตัวทั้งสิ้น (มม.) Mean±SD (Min-Max)	ความสูงของปาก (μm) Mean±SD (Min-Max)
10	3.65±0.10(3.50-3.85)	1141.80±93.24(883.75-1272.60)
12	3.76±0.16(3.60-4.10)	1155.94±283.05(1060.50-1343.30)
14	3.75±0.43(3.70-3.85)	1258.46±145.25(1025.15-1590.75)
16	3.81±0.18(3.48-4.10)	1406.93±118.96(1131.20-1590.75)
18	4.08±0.39(3.40-4.73)	1376.88±81.48(1237.25-1555.40)
20	4.32±0.46(3.75-5.00)	1558.93±143.66(1343.30-1802.85)
22	4.43±0.48(4.00-5.13)	1580.14±125.16(1131.20-1767.50)
24	4.80±0.40(4.25-5.45)	1855.87±174.12(1555.40-2297.75)
26	5.57±0.88(3.83-6.75)	2200.53±224.12(1873.55-2615.90)
28	6.48±0.51(5.80-7.40)	2232.35±177.77(1873.55-2615.90)
30	6.92±0.53(5.25-7.05)	2442.68±174.27(2227.05-2792.65)
32	7.23±0.85(6.60-9.25)	2541.66±143.66(2297.75-2792.65)
34	7.07±0.53(6.25-8.13)	2672.46±160.76(1131.20-1873.55)

ตารางผนวกที่ 3 รูปแบบการพัฒนาของระบบทางเดินอาหารของลูกปลาบู่ทราย (n=20)

เวลาหลังจากฟัก (วัน)	ความลำตัวยาวทั้งสิ้น (มม.) Mean±SD (Min-Max)	การพัฒนาระบบทางเดินอาหาร %		
		1	2	3
0	2.39 ±0.12(2.00-2.55)	100	0	0
1	2.69 ±0.08(2.52-2.87)	70	30	0
2	3.05 ±0.14(2.75-3.30)	80	20	0
3	3.11 ±0.12(2.90-3.33)	0	100	0
4	3.50 ±0.07(3.38-3.63)	0	100	0
5	3.54 ±0.27(2.99-3.17)	0	100	0
6	3.69 ±0.16(3.43-4.00)	0	100	0
7	3.60 ±0.29(3.23-4.21)	0	80	20
8	3.59 ±0.06(3.48-3.65)	0	60	40
9	3.60 ±0.08(3.48-3.78)	0	40	60
10	3.65 ±0.10(3.50-3.88)	0	20	80
11	3.69 ±0.09(3.59-3.89)	0	30	70
12	3.76 ±0.16(3.60-4.18)	0	10	90
13	3.72 ±0.08(3.59-3.89)	0	20	80
14	3.75 ±0.43(3.70-3.85)	0	0	100

ตารางผนวกที่ 4 อัตราการรอดตาย (%) ของลูกปลาบู่ทรายหลังฟักออกเป็นตัว ที่ไม่ได้กินอาหารเลย ที่อุณหภูมิ 27-30.5 °C

เวลาหลังจากฟัก (ชั่วโมง)	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 3	ค่าเฉลี่ย
0	100	100	100	100
2	100	100	100	100
4	100	100	100	100
6	100	100	100	100
8	100	100	100	100
10	100	100	100	100
12	100	100	100	100
14	100	100	100	100
16	100	100	100	100
18	100	100	100	100
20	100	100	100	100
22	100	100	100	100
24	100	100	100	100
26	100	100	100	100
28	100	100	100	100
30	100	100	100	100
32	100	100	100	100
34	100	100	100	100
36	100	100	100	100
38	100	100	100	100
40	100	100	100	100
42	100	100	100	100
44	100	100	100	100
46	100	100	100	100
48	100	100	100	100
50	100	100	100	100
52	100	100	100	100

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

เวลาหลังจากฟัก (ชั่วโมง)	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 3	ค่าเฉลี่ย
54	100	100	100	100
56	100	100	100	100
58	100	100	100	100
60	100	100	100	100
62	100	100	100	100
64	100	100	100	100
66	100	100	100	100
68	100	100	100	100
70	100	100	100	100
72	100	100	100	100
74	100	100	100	100
76	100	100	100	100
78	100	100	100	100
80	100	100	100	100
82	100	100	100	100
84	100	99.38	100	99.79
86	100	97.82	99.69	99.17
88	99.10	95.63	98.45	97.72
90	97.88	91.88	96.27	95.34
92	94.85	87.82	94.40	92.35
94	92.43	82.82	91.28	88.84
96	87.88	76.57	85.99	83.48
98	82.73	72.32	80.07	77.70
100	78.78	61.88	74.66	71.54
102	71.52	52.82	67.29	63.87
104	63.94	42.19	61.06	55.73

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

เวลาหลังจากฟัก (ชั่วโมง)	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 3	ค่าเฉลี่ย
106	54.24	28.75	51.41	44.80
108	45.16	15.63	42.37	34.38
110	32.73	9.38	30.22	24.11
112	19.40	4.69	16.20	13.43
114	11.82	1.88	9.40	7.70
116	6.37	0.94	4.37	3.89
118	3.34	2.94	0.82	1.70
120	1.88	0.63	0.63	1.04
122	1.22	0.32	0.32	0.62
124	0.91	0.32	0.32	0.51
126	0.31	0	0.32	0.21
128	0.31	0	0	0.10
130	0	0	0	0