วิทยานิพนธ์

การพัฒนาเทคนิคการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง

Amphiprion clarkii (Bennett, 1830)

Development of Larviculture Technique for Clark's Anemonefish

Amphiprion clarkii (Bennett, 1830)

นายสหภพ ดอกแก้ว

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๕๑

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)

ปริญญา

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาเทคนิคการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830)

Development of Larviculture Technique for Clark's Anemonefish *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830)

นามผู้วิจัย นายสหภพ ดอกแก้ว

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วราห์ เทพาหุดี, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุริยัน ธัญกิจจานุกิจ, Dr. Scient.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ศาสตราจารย์อุทัยรัตน์ ณ นคร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 5 **เดือน** มิถุนายน **พ.ศ.** 2551

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาเทคนิคการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830)

Development of Larviculture Technique for Clark's Anemonefish *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830)

โดย

นายสหภพ ดอกแก้ว

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)
พ.ศ. 2551

สหภพ ดอกแก้ว 2551: การพัฒนาเทคนิคการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830) ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์วราห์ เทพาหุดี, Ph.D. 87 หน้า

พัฒนาการของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนพบว่า ลูกปลาแรกฟักมีพัฒนาการจนกระทั่งเข้าสู่ระยะวัยรุ่นในวันที่ 9 หลังจากฟัก จากนั้นมีลวดลายคล้ายตัวเต็มวัยในวันที่ 12 หลังจากฟัก และพบว่า ขนาดของอาหาร (ความยาว= y_1 และความกว้าง= y_2) มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปากของลูกปลา (x) ดังสมการ $y_1 = 0.59x - 64.32$; $R^2 = 0.78$ และ $y_2 = 0.25x - 11.54$; $R^2 = 0.77$ ส่วนการศึกษาผลของความเข้มแสงต่ออัตราการรอดตายของการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนจากความเข้มแสง 0, 400, 800, 1,200 ลักซ์ พบว่าการทดลองที่ความเข้มแสง 800 ลักซ์ และ 1,200 ลักซ์ มีอัตรารอดตายเฉลี่ยสูงสุดที่ 61.33 และ 52.67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อศึกษาขนาดของอาหารที่ใช้เป็นอาหารทางเลือกใหม่ พบว่า ความยาวและความกว้างของ โรติเฟอร์เท่ากับ 145.37 และ 102.20 ไมโครเมตร ในขณะที่ อาร์ทีเมียเท่ากับ 428.22 และ 180.20 ไมโครเมตร อาหารสำเร็จรูปเท่ากับ 171.11 และ 144.11 ไมโครเมตร ตามลำดับ ส่วนอาหารทั้ง 3 ชนิดศึกษาวิเคราะห์คุณค่า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า พบว่า โรติเฟอร์มีค่าเป็น 65.30, 10.30, 7.21 และ 12.77 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอาร์ทีเมียแรกฟักพบว่ามีค่าเป็น 55.34, 18.50, 15.64 และ 7.13 เปอร์เซ็นต์ และอาหารสำเร็จรูปพบว่ามีค่าเป็น 58.30, 8.12, 17.55 และ 10.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับศึกษาทางเลือกใหม่สำหรับอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน โดยชุดการทดลองที่ใช้โรติเฟอร์และอาร์ทีเมียเป็นอาหารตั้งแต่แรกฟัก พบว่าการทดลอง มีอัตรารอดเท่ากับ 72.67 และ 66.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีผลไม่ต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนอาหารสำเร็จรูปไม่เหมาะสำหรับการใช้เป็นอาหารสำหรับลูกปลาแรกฟัก

28 / พค. / 51

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Sahapop Dokkaew 2008: Development of Larviculture Technique for Clark's Anemonefish *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830). Master of Science (Aquaculture), Major Field: Aquaculture, Department of Aquaculture. Thesis Advisor: Assistant Professor Wara Taparhudee, Ph.D. 87 pages

Morphological development of the Clark's anemonefish *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830) larvae was finished the larval stage at 9 days and completed their color at 12 days after hatching. The relationship between prey size (length = y_1 and width = y_2) and mouth gape(x) of Clark's Anemonefish larvae is $y_1 = 0.59x - 64.32$; $R^2 = 0.78$ and $y_2 = 0.25x - 11.54$; $R^2 = 0.77$ In the second trial, the effect of light intensities at 800 and 1200 Lux showed higher survival rates at 61.33 and 52.67%, respectively compared to the other treatments. However, it was not significantly different ($P>0.05$) between 800 and 1,200 Lux applications. In the third trial, the length and width of preys were measured and found that rotifer was 145.37 and 102.20 μm, artemia was 428.22 and 180.20 μm and artificial food was 171.11 and 144.11μm. In the forth trial, the concentration of protein, fat, carbohydrate and ash was analyzed to be, respectively, in rotifer 65.30, 10.30, 7.21 and 12.77%; in artemia 55.34, 18.50, 15.64 and 7.13 % and in artificial food 58.30, 8.12, 17.55 and 10.50%, respectively. And the fifth trial, the alternative foods for larviculture was examined. The result showed that the larvae survived only in the treatments fed with rotifer and artemia at the survival rates of 72.67 and 66.00%, respectively with no significant difference ($P>0.05$). So, the alternative larval food should be the optimal size with mouth gape and the artificial food was not suitable for feeding during the stage after hatching.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

28 / May / 08

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลงได้หากไม่ได้รับความกรุณา แนะนำและให้คำปรึกษาจาก ผศ.ดร.วราห์ เทพาหุดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผศ.ดร. สุริยัน ธัญกิจจานุกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ดร. ประทักษ์ ตาบทิพย์วรรณ ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.จินตนา สและน้อย กรรมการผู้แทนบัณฑิต และ ดร.พนม กระจ่างพจน์ สอดศุข ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง มา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคณาจารย์อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งตลอดเวลาที่ศึกษา ขอขอบพระคุณ ศ. ลัดดา วงศ์รัตน์ สำหรับความอนุเคราะห์อุปกรณ์เพื่อการศึกษาครั้งนี้ ผศ.ธีระพงศ์ ด้วงดี สำหรับคำปรึกษาเกี่ยวกับการศึกษาลูกปลาวัยอ่อน ผศ.พงศ์เชฏฐ์ พิชิตกุล สำหรับคำปรึกษาในการวางแผนการทดลอง คุณนพดล ภูวพานิช อดีตผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ และ คุณจินตนา นักระนาด ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยฯ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และคำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ ขอบคุณ บุคลากรภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทุกท่าน บุคลากรศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ทุกท่าน เพื่อนๆ พี่ ๆ ที่คอยช่วยเหลือและน้องๆ ที่ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำประดับ เป็นกำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณยายผู้ล่วงลับ ตลอดจนญาติพี่น้อง รวมถึงผู้บังคับบัญชาในสายงานทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาตั้งแต่แรกจนถึงปัจจุบัน และคอยเป็นกำลังใจอย่างดียิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สหภพ ดอกแก้ว

พฤษภาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	34
ผลการทดลอง	47
สรุปและข้อเสนอแนะ	68
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	70
ภาคผนวก	77

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงคุณค่าทางอาหารของอาร์ทีเมีย (เปอร์เซ็นต์)	21
2	คุณค่าทางอาหารของโรติเฟอร์ ไรแดง และหนอนจิ๋ว	23
3	ขนาดปากของลูกปลาชนิดต่างๆ	28
4	ความเข้มแสงต่ำสุดที่เหมาะสำหรับปลาวัยอ่อนชนิดต่างๆ	32
5	รวมวิธีวิเคราะห์และคุณภาพน้ำสำหรับการทดลองที่ 1,2 และ 5	36
6	แสดงวิธีวิเคราะห์คุณค่าโภชนาการ	43
7	แสดงความยาวเหยียด ขนาดปาก ความยาวของอาหารและความกว้างของอาหารที่พบในกระเพาะอาหาร ของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน	52
8	อัตรารอดตาย น้ำหนักเฉลี่ย ความยาวเหยียดเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มมวลต่อวัน ของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนในระดับความเข้มแสงต่างกัน	54
9	แสดงขนาดของอาหารสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน	57
10	แสดงคุณค่าโภชนาการของอาหารสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง	58
11	อัตรารอดตาย น้ำหนักเฉลี่ย ความยาวเหยียดเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มมวลต่อวัน ของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอาหารทางเลือกใหม่	60

สารบัญตาราง

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ความยาวเหยียด ขนาดปากของปลาการ์ตูนลายปล้องแรกฟัก	78
2	ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 1 วันหลังจากฟัก	78
3	ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 2 วันหลังจากฟัก	79
4	ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 3 วันหลังจากฟัก	79
5	ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 4 วันหลังจากฟัก	80
6	ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 5 วันหลังจากฟัก	80
7	ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 6 วันหลังจากฟัก	81
8	ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 7 วันหลังจากฟัก	81
9	ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 8 วันหลังจากฟัก	82
10	ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 9 วันหลังจากฟัก	82
11	ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 10 วันหลังจากฟัก	83
12	ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 11 วันหลังจากฟัก	83
13	ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 12 วันหลังจากฟัก	84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวันอ่อนที่อนุบาลด้วยระดับความเข้มแสงต่างกัน 85

15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวันอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารทางเลือกใหม่ 86

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงรูปปลาการ์ตูนที่พบในธรรมชาติของประเทศไทย	8
2	พัฒนาการของไข่ปลาการ์ตูนส้มขาว	16
3	พัฒนาการของปลาการ์ตูนส้มขาวแรกเกิดจนอายุ 23 วัน	18
4	การวัดขนาดปากปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน (ไมโครเมตร)	38
5	พัฒนาการของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน	50
6	ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดปาก และความยาวเหยียด ของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน อายุแรกเกิดถึง 12 วันหลังจากฟัก โดยที่ขนาดปาก = y (ไมโครเมตร) และความยาวเหยียด = x (มิลลิเมตร)	53
7	ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอาหารและขนาดปากของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน อายุ 1-12 วันหลังจากฟัก โดยที่ความยาวของอาหาร = y_1 (ไมโครเมตร), ความกว้างของอาหาร = y_2 (ไมโครเมตร) และขนาดปาก = x (ไมโครเมตร)	54
8	อัตรารอดตายของปลาการ์ตูนลายปล้องที่อนุบาลด้วยความเข้มแสงต่างกัน	55
9	อัตรารอดตายของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอาหารทางเลือกใหม่	58

การพัฒนาเทคนิคการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830)

Development of Larviculture Technique for Clark's Anemonefish *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830)

คำนำ

ปลาการ์ตูนเป็นปลาทะเลที่นิยมนำมาเลี้ยงในตู้ปลาเป็นปลาสวยงาม ปัจจุบันปลาการ์ตูนเป็นปลาทะเลอีกชนิดหนึ่งที่ประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยง โดยทั้งหน่วยงานของรัฐบาลและฟาร์มของเอกชนประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงปลาการ์ตูน ลูกพันธุ์ปลาการ์ตูนที่ได้จากการเพาะพันธุ์เป็นลูกปลาที่ได้รับตามความต้องการทางตลาดเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นปลาที่ไม่ได้ถูกจับมาจากธรรมชาติ สามารถมีผลผลิตที่แน่นอนในทุกฤดูกาล เป็นปลาที่แข็งแรงทนทานการเปลี่ยนแปลงในสถานที่เลี้ยง นอกจากนั้นจากการสังเกตยังพบว่าปลาการ์ตูนที่ได้จากการเพาะพันธุ์ยังมีสีสันและลวดลายที่แปลกซึ่งไม่พบในธรรมชาติ โดยมูลค่าการส่งออกกลุ่มปลาการ์ตูนเพียงอย่างเดียวในระยะเวลา 6 เดือนแรกของ พ.ศ. 2550 มีมูลค่า 789,035 บาท (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2550) ซึ่งก่อนหน้านี้กฎหมายไม่เอื้ออำนวยต่อการส่งออก

การเพาะเลี้ยงปลาการ์ตูนนั้นมักพบปัญหาบางประการสำหรับการอนุบาล เช่น อาหารสำหรับการอนุบาล และความเข้มแสงสำหรับการอนุบาล เป็นต้น กล่าวคือการเตรียมอาหารสำหรับปลาการ์ตูนวัยอ่อนนั้นบางขั้นตอนของการเตรียมอาหารปลาวัยอ่อนต้องใช้อุปกรณ์และเทคนิคเพื่อให้ปลอดเชื้อปนเปื้อนเท่านั้น ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากสำหรับผู้ที่เริ่มต้นเพาะเลี้ยงปลาการ์ตูน ส่วนความเข้มแสงสำหรับการอนุบาลเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออัตรารอดของลูกปลา โดยความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลเคยมีการศึกษาในลูกปลาชนิดต่างๆด้วยเช่นกัน (Boeuf and Bali 1999) สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาระยะเวลาในการพัฒนาของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องตั้งแต่แรกฟักจนกระทั่งสิ้นสุดระยะปลาวัยอ่อน เพื่อเป็นข้อมูลจัดการด้านเวลาสำหรับการอนุบาล รวมถึงทราบความสัมพันธ์ระหว่างปาก ความยาวเหยียดของลำตัว และขนาดของอาหารที่พบในกระเพาะของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน รวมถึงความเข้มแสงที่เหมาะสมลดอัตราการตายในช่วงการอนุบาลปลาวัยอ่อน และการศึกษาสำหรับการหาชนิดอาหารทางเลือกใหม่เพื่อทดแทนการอนุบาล

ลูกปลาการ์ตูนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันภายใต้การควบคุมความเข้มแสงที่เหมาะสม เนื่องจากลูกปลาในระยะวัยอ่อนนี้ อาหารมีความสำคัญต่ออัตรารอด ลูกปลาจะเริ่มกินอาหารทันทีเมื่อไข่แดงยุบ หากอาหารที่ให้ใหญ่เกินขนาดของปากปลาการ์ตูน ปลาจะไม่สามารถกินอาหารได้ ทำให้อัตรารอดต่ำ ข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้หวังว่าสามารถนำไปใช้สำหรับพัฒนาเทคนิคการอนุบาลปลาการ์ตูนเพื่อเพิ่มอัตรารอด ทำง่ายต่อการอนุบาล เหมาะสำหรับส่งเสริมสำหรับผู้ที่เพาะเลี้ยงปลาการ์ตูนรายใหม่เพื่อการขยายพันธุ์ในเชิงอนุรักษ์และเชิงพาณิชย์ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพัฒนาการและความความสัมพันธ์ระหว่างขนาดปากและขนาดอาหารที่ในกระเพาะอาหารในการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน

2. เพื่อศึกษาความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง

3. เพื่อศึกษาขนาดของอาหารที่ใช้สำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน

4. เพื่อศึกษาคุณค่าโภชนาการของอาหารสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง

5. เพื่อพัฒนาการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องด้วยอาหารทางเลือกใหม่

การตรวจเอกสาร

ประวัติปลาการ์ตูน

ปลาการ์ตูนเป็นปลาทะเลที่นิยมนำมาเลี้ยงในตู้ปลาเป็นปลาสวยงาม เนื่องจากเป็นปลาที่มีความสวยงาม สีสันสดสวย อีกทั้งปลาการ์ตูนยังสามารถอาศัยอยู่ร่วมกับดอกไม้ทะเลได้อย่างไม่เป็นอันตราย ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่น่าสนใจและน่าสังเกต พฤติกรรมดังกล่าวปลาการ์ตูนได้รับประโยชน์จากเข็มพิษของดอกไม้ทะเลสำหรับปกป้องศัตรู ส่วนดอกไม้ทะเลได้รับอาหารและการป้องกันศัตรูจากปลาการ์ตูนด้วยเช่นกัน (Brolund *et al*., 2004.)

ปลาการ์ตูนจัดอยู่ในหมวดหมู่อนุกรมวิธานของปลาทะเลไว้เป็นพวกเดียวกับปลาสลิดทะเลหรือปลาแดมเซล (Damselfish) โดยอาศัยลักษณะที่เหมือนกันคือ การที่มีรูจมูกเพียงรูเดียวในแต่ละด้านของหัว ลำตัวแบน และมีเกล็ดที่มีปลายเป็นหนาม มีครีบหลังตอนเดียวยาว ปลากลุ่มนี้ส่วนมากเป็นปลาที่อาศัยในแนวปะการัง ซึ่งสามารถจัดเรียงตามระบบของ Nelson (1994) ได้ดังนี้

Kingdom: Animalia

Phylum: Chordata

Class: Actinopterygii

Order: Perciformes

Family: Pomacentridae

Genus: 1 *Amphiprion*

Genus: 2 *Premnas*

ปลาการ์ตูนเป็นสมาชิกของวงศ์ Pomacentridae ซึ่งถือว่าเป็นปลาวงศ์ที่ใหญ่ที่สุดของอันดับ Perciformes ปลาวงศ์นี้มีสมาชิกประมาณ 325 ชนิด ส่วนมากจะอาศัยอยู่ในทะเล แต่มีประมาณ 3 ชนิดที่สามารถอาศัยอยู่ในน้ำกร่อยและในบางครั้งอาจพบอาศัยในน้ำจืดได้ ชนิดของปลาในวงศ์นี้ที่เป็นที่รู้จักกันดีคือ ปลากลุ่ม Damselfish โดยมีการกระจายตัวอยู่ในเขตร้อนและพบเลยไปถึงเขตกึ่งร้อนแต่ไม่กว้างมากนัก ปลากลุ่ม Damselfish ร้อยละ 70 นั้นอาศัยอยู่ในเขตมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตก ปลาการ์ตูนที่นิยมเลี้ยงในตู้ปลาที่พบเห็นได้โดยทั่วไป จัดอยู่ในสกุล

Amphiprion และ *Premnas* จัดอยู่ในวงศ์ย่อย Amphiprioninae เป็น 1 ใน 4 วงศ์ย่อยของวงศ์ Pomacentridae ปลาการ์ตูนจะอาศัยและใช้ชีวิตร่วมกับดอกไม้ทะเลอย่างเกื้อกูลเท่านั้น ทั่วโลกพบปลาการ์ตูนทั้งสิ้น 28 ชนิด โดยชนิดของปลาการ์ตูนสามารถแยกได้โดยดูจากสีและลายที่พาดบนลำตัว หากต้องการจำแนกชนิดอย่างละเอียดต้องใช้ลักษณะต่าง ๆ เช่น สัดส่วนลำตัว รูปร่างของฟัน และการเรียงตัวของเกล็ดที่อยู่บนหัว นอกจากนี้ยังพบปลาในวงศ์ Pomacentridae ชนิดอื่นอีกที่อาศัยอยู่กับดอกไม้ทะเลได้ เช่น ปลาโดมิโน *(Dascyllus trimaculatus)* ซึ่งปลาชนิดนี้จัดอยู่ในวงศ์ย่อย Chrominae

ปลาการ์ตูนที่พบในประเทศไทยทั้งฝั่งอันดามันและอ่าวไทย มีทั้งสิ้น 7 ชนิด (อุ่นจิต, 2537) พบในทะเลฝั่งอันดามัน มีด้วยกัน 5 ชนิด ซึ่งลักษณะของปลาการ์ตูนแต่ละชนิดมีดังนี้

1) ปลาการ์ตูนอินเดียน (Yellow Skunk Clown) *Amphiprion akallopisos* Bleeker, 1853 (ภาพที่ 1 a) ลำตัวมีสีเนื้ออมเหลืองทอง มีแถบขาวเล็ก ๆ พาดผ่านบริเวณหลังมาตลอดแนวหลังจนจรดครีบหาง อาศัยในที่ลึกตั้งแต่ 3-25 เมตร ขนาดตัวโตที่สุดประมาณ 10-11 เซนติเมตร แหล่งที่พบมหาสมุทรอินเดียรวมทั้งทางตอนใต้และตะวันตกของสุมาตราและชวา โดยอาศัยอยู่กับดอกไม้ทะเล เช่น *Heteractis magnifica* และ *Stichodactyla mertensii*

2) ปลาการ์ตูนลายปล้อง (Clark's Anemonefish) *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830) (ภาพที่ 1 b) ลำตัวมีสีดำเข้ม ส่วนหน้าครีบอก และหางมีสีเหลืองทอง มีแถบ 3 แถบ ตรงส่วนหัว ลำตัว และโคนหาง ขนาดโตที่สุดประมาณ 14 เซนติเมตร แหล่งที่พบ แพร่กระจายกว้างมากตั้งแต่ทางตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิคไปยังอ่าวเปอร์เซีย และจากออสเตรเลียถึงญี่ปุ่น โดยอาศัยอยู่กับดอกไม้ทะเลหลายชนิด ได้แก่ *Crytodendrum adhaesivum* มีสีน้ำตาลหนวดสั้นมาก *Entacmaea quadricolor* มีสีน้ำตาลอมแดง ปลายหนวดเป็นปุ่ม *Heteractis aurora* มีสีม่วงหนวดเป็นหยัก *Heteractis crispa* มีสีม่วงหรือสีน้ำตาลหนวดยาวมาก *Heteractis magnifica* มีสีน้ำตาล ปลายหนวดเป็นปุ่ม *Macrodactyla doreensis* มีสีน้ำตาลหนวดยาวมาก *Stichodactyla gigantea* มีสีม่วงหรือสีน้ำตาลอ่อน หนวดสั้น *Stichodactyla haddoni* มีสีน้ำตาลหนวดสั้น *Stichodactyla mertensii* มีสีน้ำตาลหรือสีเขียว หนวดสั้น

3) ปลาการ์ตูนดำแดง (Red Saddleback Anemonefish) *Amphiprion ephippium* (Bloch, 1790) (ภาพที่ 1 c) ลำตัวและครีบมีสีแดงอมส้ม มีปานดำใหญ่ที่ข้างลำตัว พบในที่ลึกตั้งแต่ 2-15 เมตร

ขนาดโตที่สุดประมาณ 12 เซนติเมตร แหล่งที่พบ อันดามัน นิโคบา มาเลเซีย สุมาตรา และชวา โดยอาศัยอยู่กับดอกไม้ทะเลชนิด *Heteractis crispa* มีสีม่วงหนวดยาว และ *Entacmaea quadricolor* มีสีน้ำตาล ปลายหนวดเป็นปุ่มใหญ่

4) ปลาการ์ตูนส้มขาว (False Clown Anemonefish) *Amphiprion ocellaris* Cuvier, 1830 (ภาพที่ 1 d) เป็นปลาที่มีสีสันและแถบสีสวยงามมาก นิยมนำมาเลี้ยงเป็นปลาสวยงาม ร้านจำหน่ายปลาทุกร้านในต่างประเทศจะสั่งปลาชนิดนี้ไปไว้จำหน่ายเป็นจำนวนมาก ลำตัวมีสีส้มเข้ม มีแถบสีขาวที่มีความโค้งสวยงามมาก 3 แถบ พาดตรงบริเวณส่วนหัว 1 แถบ ที่บริเวณลำตัว 1 แถบ และที่บริเวณหาง 1 แถบ แถบขาวแต่ละแถบนั้นตรงขอบตัดด้วยสีดำ ทำให้ปลามีความสวยงามเด่นยิ่งขึ้น อาศัยอยู่ในความลึกตั้งแต่ 1-15 เมตร ขนาดตัวโตที่สุดประมาณ 9 เซนติเมตร แหล่งที่พบ แถบฝั่งอันดามัน หมู่เกาะนิโคบา อินโดมาลายัน อาชิพิลาโก ฟิลิปปินส์ และทางฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือของออสเตรเลีย โดยอาศัยอยู่กับดอกไม้ทะเลหลายชนิด เช่น *Heteractis magnifica* มีสีน้ำตาล หนวดยาว *Stichodactyla gigantea* มีสีน้ำตาลอ่อน หนวดสั้นมาก *Stichodactyla mertensii* มีสีน้ำตาล หนวดสั้น

5) ปลาการ์ตูนลายปล้องท้องเหลือง (Sebae Anemonefish) *Amphiprion sebae* Bleeker, 1853 (ภาพที่ 1 e) ลำตัวมีสีดำส่วนหางมีสีเหลืองทอง มีแถบขาว 2 แถบ แถบแรกพาดอยู่บริเวณหลังตา อีกแถบพาดผ่านท้องมายังครีบหลัง พบในที่ลึกตั้งแต่ 2-25 เมตร ขนาดโตที่สุดประมาณ 14 เซนติเมตร แหล่งที่พบ ทางเหนือของมหาสมุทรอินเดีย ชวา สุมาตรา หมู่เกาะอันดามัน อินเดีย หมู่เกาะมัลดีฟและทางใต้ของคาบสมุทรอาราเบียน โดยอาศัยอยู่กับดอกไม้ทะเลชนิดที่ฝังทรายอยู่ ได้แก่ *Stichodactyla haddoni* มีสีน้ำตาลหนวดสั้นมักอยู่กันเป็นคู่พร้อมลูกปลาเล็ก ๆ 3-4 ตัว มีนิสัยดุร้ายกับปลาอื่นที่มิใช่สมาชิกในครอบครัว

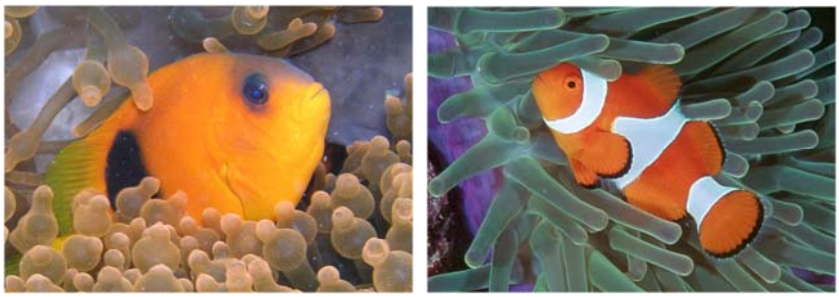
ปลาการ์ตูนที่พบในทะเลฝั่งอ่าวไทย มีด้วยกัน 2 ชนิด ซึ่งลักษณะของปลาการ์ตูนแต่ละชนิดมีดังนี้

1) ปลาการ์ตูนอินเดียนแดง (Pink Skunk Clownfish) *Amphiprion perideraion* Bleeker, 1855 (ภาพที่ 1 f) มีลักษณะคล้ายกับปลาการ์ตูนอินเดียน (Yellow Skunk Clown) มาก คือ มีสีของลำตัวเป็นสีเนื้ออมเหลืองทอง มีแถบขาวเล็ก ๆ พาดตั้งแต่บริเวณส่วนหัวตรงระหว่างตายาวตลอดแนวหลังมาจนสุดโคนครีบหลัง และมีแถบขาวเล็ก ๆ พาดลงมาตรงบริเวณหัว 1 แถบ พบในที่ลึกตั้งแต่

10-20 เมตร ขนาดโตที่สุดประมาณ 10 เซนติเมตร ชอบอยู่กับดอกไม้ทะเลชนิด *Heteractis crispa* มีสีน้ำตาล หนวดยาว *Heteractis magnifica* มีสีน้ำตาล หนวดยาว *Macrodactyla doreensis* มีสีน้ำตาลหนวดยาวมาก *Stichodactyla gigantea* มีสีม่วง หนวดสั้น

2) ปลาการ์ตูนอานม้า (Saddleback Anemonefish) *Amphiprion polymnus* (Linnaeus, 1758) (ภาพที่ 1 g) ลำตัวมีสีน้ำตาลอมดำ ส่วนหัว อก และครีบอกมีสีส้มอมเหลือง มีแถบขาว 2 แถบ แถบแรกอยู่บนหัว อีกแถบเริ่มตรงบริเวณส่วนหลังของลำตัวเป็นแถบโค้งพาดเอียงขึ้นไปที่ครีบหลัง พบในที่ลึกตั้งแต่ 2-30 เมตร ขนาดโตที่สุดประมาณ 12 เซนติเมตร อาศัยอยู่กับดอกไม้ทะเลชนิดที่ฝังอยู่ตามพื้นทราย คือ *Heteractis crispa* มีสีม่วงหรือสีน้ำตาล หนวดยาวมาก และ *Stichodactyla haddoni* มีสีน้ำตาลหนวดสั้น

(a) (b)



(c) (d)

(e) (f)

(g)

ภาพที่ 1 ปลาการ์ตูนที่พบในธรรมชาติของประเทศไทย (a); *Amphiprion akallopisos* (b); *A. clarkii* (c); *A. ephippium* (d); *A. ocellaris* (e); *A. sebae* (f); *A. perideraion* และ (g); *A. polymnus*

อุปนิสัยและการกินอาหารของปลาการ์ตูน

ปลาการ์ตูนเป็นปลาที่อาศัยอยู่เป็นหลักแหล่ง ไม่มีการอพยพ ไม่ว่ายน้ำออกจากแหล่งที่อยู่อาศัยมากนัก (Srinivasan *et al*., 1999) เนื่องปลาการ์ตูนเป็นปลาที่มีกลไกในการล่าเหยื่อและป้องกันตัวไม่มากนัก มีเพียงความสามารถในการผลิตเมือกพิเศษป้องกันการทำร้ายจากดอกไม้ทะเลเท่านั้น จึงทำให้ปลาการ์ตูนทุกชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่กับดอกไม้ทะเลได้อย่างเกื้อกูลกัน (Symbiosis) โดยตลอดชีวิตของปลาการ์ตูนหลังจากการพัฒนาการทางสัณฐานจนหมดระยะตัวอ่อน(Larva) จำเป็นต้องหาดอกไม้ทะเล เพื่อเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย หากไม่สามารถหาดอกไม้ทะเลเป็นที่อยู่อาศัยได้ ปลาการ์ตูนดังกล่าวจะตกเป็นเหยื่อของผู้ล่าในระบบนิเวศน์นั้น (Arvedlund *et al*., 1999) ปลาการ์ตูนเป็นปลาที่ค่อนข้างหวงถิ่น หากมีผู้บุกรุกมาทำร้ายดอกไม้ทะเลหรือตัวมัน จะแสดงความก้าวร้าว เช่น การส่งเสียงขู่ หรือไล่กัด ซึ่งเป็นสิ่งที่นักดำน้ำได้พบอยู่เสมอ หากปลาการ์ตูนไม่สามารถต่อสู้ได้จะเข้าไปหลบในดอกไม้ทะเลแทนหรือจะหลบหนีไปซ่อนในบริเวณใกล้ ๆ ดอกไม้ทะเล ปลาการ์ตูนเป็นปลาที่ไม่ว่ายน้ำเพื่อล่าเหยื่อ (Deloach, 1999) ดังนั้นปลาการ์ตูนจะได้รับการอาหารที่ลอยมากับกระแสน้ำและบริเวณข้างเคียงเท่านั้น หรือเป็นเศษอาหารที่ได้รับจากการจับเหยื่อของดอกไม้ทะเล เนื่องจากปลาการ์ตูนเป็นปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร (Omnivorous) ดังนั้นอาหารส่วนใหญ่ของปลาการ์ตูนจะเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก ลูกปลา ลูกกุ้ง ตัวอ่อนหอย ตัวอ่อนเพรียงทะเล รวมถึงสาหร่ายบางชนิด (Sales, 2003)

ถิ่นที่อยู่อาศัยของปลาการ์ตูน

ถิ่นที่อยู่อาศัยของปลาการ์ตูนอาศัยอยู่กับดอกไม้ทะเลตลอดชีวิต ดังนั้นถิ่นที่อยู่อาศัยของปลาการ์ตูนจึงแปรผันตามถิ่นที่อยู่อาศัยของดอกไม้ทะเล ซึ่งปลาการ์ตูนไม่สามารถดำรงชีวิตในธรรมชาติได้หากปราศจากดอกไม้ทะเล (Brolund *et al*., 2004.) โดยที่ดอกไม้ทะเลส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ตามแนวปะการังที่มีความสมบูรณ์ มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง จึงพบปลาการ์ตูนหลายชนิดตามแนวปะการังเช่นกัน ปลาการ์ตูนแต่ละชนิดจะมีความจำเพาะในการเลือกอาศัยอยู่กับชนิดของดอกไม้ทะเลที่ต่างกัน ส่วนดอกไม้ทะเลบางชนิดที่ไม่ได้อาศัยอยู่ตามแนวปะการัง โดยอาศัยอยู่ตามพื้นทรายนอกแนวปะการัง เช่น ดอกไม้ทะเลพรม หรือที่ชาวประมงเรียกว่า เห็ดหลุบ ซึ่งดอกไม้ทะเลดังกล่าวจะเป็นที่อยู่อาศัยของปลาการ์ตูนที่จำเพาะกับดอกไม้ทะเลชนิดนี้ เช่น ปลาการ์ตูนอานม้า และปลาการ์ตูนลายปล้องหางเหลือง เป็นต้น

ปลาจำพวก Damselfish วัยอ่อนส่วนใหญ่แล้วมีช่วงที่ดำรงชีวิตอยู่ที่มวลน้ำชั้นบนยาวนานประมาณ 6-8 สัปดาห์ สำหรับปลาการ์ตูนวัยอ่อนมีช่วงของการดำรงชีวิตอยู่ที่มวลน้ำชั้นบนสั้นที่สุดเพียง 8-12 วัน เท่านั้น (Leis, 2006)

การสืบพันธุ์ของปลาการ์ตูน

ปลาการ์ตูนเป็นปลาที่สามารถเปลี่ยนเพศได้ มีการจับคู่เพื่อผสมพันธุ์ โดยมีลักษณะภายนอกที่สามารถสังเกตเพศของปลาการ์ตูนคือขนาดของลำตัว (Palaniappan *et al*., 2003) กล่าวคือในธรรมชาติปลาการ์ตูนที่ถึงวัยเจริญพันธุ์จะมีการพัฒนาเป็นเพศผู้ก่อนและเมื่อภาวะที่เหมาะสมจะมีการพัฒนาทั้งรูปร่างและอวัยวะสืบพันธุ์เป็นเพศเมีย ปลาการ์ตูนมีการจับคู่และอาศัยอยู่บริเวณดอกไม้ทะเลรวมกับปลาการ์ตูนตัวอื่นอีกประมาณ 2-3 ตัว (Mitchell and Dill, 2005) โดยที่สังเกตจากเพศเมียจะมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้ และมีพฤติกรรมการจับคู่อย่างชัดเจน หากเพศเมียที่เป็นจ่าฝูงในดอกไม้ทะเลตายลง ตัวผู้ที่อาศัยอยู่ในดอกไม้ทะเลนั้นตัวที่มีความพร้อมที่สุดจะมีการพัฒนาเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและเป็นเพศเมียในที่สุด (Mitchell, 2005)

การผสมพันธุ์ของปลาการ์ตูน เมื่อสภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อการผสมพันธุ์ มีความปลอดภัย ปลาการ์ตูนที่จับคู่จะเริ่มวางไข่ โดยก่อนการวางไข่ปลาการ์ตูนทั้งคู่จะทำความสะอาดบริเวณที่จะวางไข่ เนื่องจากปลาการ์ตูนเป็นปลาที่ไข่ติดวัสดุใต้น้ำ ในธรรมชาติปลาการ์ตูนส่วนใหญ่จะวางไข่บนหิน ปลาการ์ตูนอานม้าจะพบอยู่กับดอกไม้ทะเลที่ฝั่งทราย จึงขาดวัสดุที่จะวางไข่ได้หินบริเวณใกล้เคียงใช้เป็นวัสดุในการวางไข่ (Jones *et al*. 2005) พ่อแม่ปลามีความจำเป็นต้องทำความสะอาดโดยใช้ปากกัดสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณนั้นออกให้มากที่สุด เช่น สาหร่าย เพรียงหัวหอม ฟองน้ำ ฯลฯ เมื่อสะอาดดีแล้วพ่อแม่ปลาจึงจะเริ่มวางไข่ พ่อแม่พันธุ์ปลาการ์ตูนอานม้าจากธรรมชาติที่นำมาเลี้ยงในศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำประดับคณะประมง ที่มีการเตรียมระบบการเลี้ยงเป็นที่เรียบร้อย และสภาพแวดล้อมเหมาะสม เริ่มวางไข่เร็วสุดประมาณ 5 สัปดาห์นับจากวันเริ่มเลี้ยง (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2550)

เมื่อพ่อแม่ปลามีความพร้อมที่จะผสมพันธุ์ สามารถสังเกตได้จากปลาทั้งคู่จะว่ายน้ำไปด้วยกันและเริ่มใช้ปากและครีบทำความสะอาดบริเวณผิวหน้าของวัสดุที่จะเป็นที่วางไข่ เมื่อปลาเริ่มมีพฤติกรรมดังกล่าวแล้วประมาณ 2-5 วัน ปลาจะเริ่มวางไข่ ปลาเพศเมียจะมีท่อนำไข่ยื่นยาวออกมาประมาณ 4-5 มิลลิเมตรจะวางไข่ติดกับวัสดุเป็นชุด ๆ จากนั้นปลาเพศผู้จึงปล่อยน้ำเชื้อเข้าผสมสลับ

ไปมาจนกระทั่งวางไข่เสร็จ (Buston, 2003) หลังจากนั้นพ่อปลาจะดูแลไข่โดยใช้ครีบพัดโบกไล่ตะกอนไม่ให้มาติดไข่และยังเป็นการช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้ด้วย ช่วงการดูแลไข่ ปลาเพศผู้จะกินอาหารน้อยลงแต่ปลาเพศเมียยังกินอาหารตามปกติ การวางไข่ครั้งแรก ๆ มักพบว่าปลามักจะกินไข่ตัวเองจนหมด เนื่องจากการถูกรบกวนหรือตกใจ แต่การวางไข่ชุดหลังปลาจะคุ้นเคยกับการรบกวนและจะไม่กินไข่ตัวเองอีก

การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลาการ์ตูน

ตู้เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลาการ์ตูน ควรเป็นตู้กระจกที่มีขนาดปริมาตรมากกว่า 70 ลิตรขึ้นไป ขึ้นอยู่กับขนาดของชนิดพันธุ์ปลาการ์ตูน จำนวนพ่อแม่พันธุ์ใช้อัตราส่วนปลาเพศผู้ต่อปลาเพศเมียเท่ากับ 1:1 ภายในตู้เลี้ยงจำเป็นต้องมีระบบบำบัดคุณภาพน้ำ และวัสดุสำหรับแม่ปลาวางไข่ส่วนมากนิยมใช้กระเบื้องหรือกระถางดินเผาวางในที่ปลอดภัยและไม่มีการรบกวนทำให้พ่อแม่พันธุ์ปลาตกใจ

น้ำทะเลที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลาการ์ตูนควรเป็นน้ำทะเลที่มีคุณภาพใกล้เคียงน้ำทะเลธรรมชาติมากที่สุด โดยน้ำทะเลปกติจะมีความเค็มอยู่ที่ 30-35 ส่วนในพัน น้ำทะเลแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ น้ำทะเลที่ได้จากธรรมชาติซึ่งเป็นน้ำทะเลที่นิยมใช้ในการเลี้ยงสัตว์ทะเล เนื่องจากเป็นน้ำที่มีแร่ธาตุครบถ้วน เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาการ์ตูนและมีราคาถูก น้ำทะเลธรรมชาติควรเก็บจากแหล่งธรรมชาติที่มั่นใจได้ว่าปราศจากมลพิษ ห่างไกลจากแหล่งอุตสาหกรรม แต่น้ำทะเลธรรมชาติมีข้อเสียบางประการคือ ไม่สามารถควบคุมคุณภาพน้ำได้ ขึ้นอยู่กับฤดูกาลและการขนส่งน้ำธรรมชาติมีความยุ่งยากและไม่สะดวกในการจัดเก็บ น้ำทะเลธรรมชาติจึงใช้สำหรับผู้ที่มีความพร้อมเท่านั้น ส่วนน้ำทะเลอีกประเภทคือ น้ำทะเลเทียมซึ่งเป็นน้ำที่ได้จากการละลายเกลือชนิดต่างๆ โดยเกลือสำหรับทำน้ำทะเลเทียมหรือเรียกว่าเกลือวิทยาศาสตร์เป็นเกลือที่มีส่วนผสมของเกลือชนิดต่างๆ ปรับแต่งตามสูตรเพื่อให้แร่ธาตุใกล้เคียงกับน้ำทะเลธรรมชาติมากที่สุด สามารถหาซื้อได้ทั่วไป โดยการใช้อัตราส่วนเกลือวิทยาศาสตร์ 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 30 ลิตร ได้น้ำทะเลเทียมที่มีความเค็มประมาณ 33 ส่วนในพัน น้ำทะเลเทียมจึงเป็นที่นิยมของผู้ที่นิยมเลี้ยงสัตว์ทะเลสวยงามเช่นกัน เพราะมีความสะดวก ใช้ง่าย และไม่เปลืองเนื้อที่ในการจัดเก็บ แต่ในการใช้มีข้อเสีย เช่น มีราคาสูง แร่ธาตุบางชนิดมากหรือน้อยเกินไป ดังนั้นการเลือกใช้น้ำทะเลจึงขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ใช้เป็นหลัก

อุณหภูมิของน้ำทะเลในแนวปะการังมีอุณหภูมิประมาณ 25-27 องศาเซลเซียส การควบคุมอุณหภูมิสำหรับการเลี้ยงปลาการ์ตูนนับว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก หากอุณหภูมิห่างกันในรอบวันมีความต่างมาก จะทำให้ปลารู้สึกเครียดและอ่อนแอ ตลอดจนส่งผลให้เป็นโรคตายในที่สุด ถึงแม้ว่าปลาการ์ตูนสามารถเลี้ยงเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่ช่วงอุณหภูมิกว้างประมาณ 26-30 องศาเซลเซียส แต่ในรอบวันอุณหภูมิไม่ควรต่างกันเกิน 2 องศาเซลเซียส (Ream *et al.,* 2003) ดังนั้นการเลี้ยงในฤดูหนาวควรมีการควบคุมอุณหภูมิด้วยเครื่องทำความร้อนใต้น้ำ เพื่อควบคุมอุณหภูมิน้ำในตู้เลี้ยงให้คงที่

คุณภาพน้ำสำหรับระบบการเลี้ยงปลาการ์ตูน ในการเลี้ยงปลาทะเลส่วนมากมักพบปัญหาเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพน้ำเสมอ ๆ จึงทำให้การเลี้ยงปลาทะเลสวยงามไม่ประสบความสำเร็จการเลี้ยงปลาการ์ตูนเช่นกัน หากการเลี้ยงไม่มีการเตรียมระบบที่สมบูรณ์แล้วจะทำให้การเลี้ยงปลาการ์ตูนไม่ประสบความสำเร็จเช่นกัน ในการเลี้ยงปลาการ์ตูนจะมีของเสียออกมาเสมอ ทั้งจากอาหารปลา สิ่งขับถ่ายของปลาที่เลี้ยง ของเสียพวกโปรตีนเหล่านี้สามารถสลายตัวกลายเป็นสารที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ คือ แอมโมเนีย ด้วยกระบวนการ Ammonification ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตแอมโมเนียที่สำคัญที่สุดให้กับระบบการเลี้ยง ดังนั้นการเลี้ยงปลาการ์ตูนจึงควรเตรียมระบบบำบัดคุณภาพน้ำเพื่อกำจัดของเสียดังกล่าวดังนี้

Colt (2006) ได้อธิบายถึงกระบวนการ Nitrification ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเป็นกระบวนการใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายของเสียคือแอมโมเนียและไนไตรท โดยที่จุลินทรีย์เหล่านี้เป็นจุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้ออกซิเจนในการหายใจ (Aerobic bacteria) โดยใช้ CO_2 เป็นแหล่งคาร์บอน มีจุลินทรีย์ชื่อว่า *Nitrosomonas* และ *Nitrococus* มีหน้าที่เปลี่ยนแอมโมเนีย (NH_4^+) เป็นไนไตรท์ ส่วน *Nitrobacter* จะเปลี่ยนไนไตรท์ (NO_2^-) ให้เป็นไนเตรท (NO_3^-)

$$NH_4^+ + 1.5H_2O \longrightarrow NO_2^- + 2H^+ + H_2O$$

$$NO_2^- + 0.5\ O_2 \longrightarrow NO_3^-$$

โดยจุลินทรีย์เหล่านี้จะยึดเกาะอยู่ตามวัสดุต่าง ๆ ในน้ำ ดังนั้นการเตรียมกระบวนการ Nitrification สำหรับการเลี้ยงปลาการ์ตูนควรเป็นระบบกรองน้ำที่มีวัสดุกรองที่มีพื้นที่ผิวมาก เช่น ลูกบอลชีวภาพ (Bioball) กรวดปะการัง เป็นต้น เพื่อสำหรับเป็นที่ยึดเกาะของจุลินทรีย์ในระบบกรองน้ำ ในการเตรียมกระบวนการ Nitrification ในระบบกรองต้องมีน้ำไหลผ่านตลอดเวลาและมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอสำหรับการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ควรเตรียมกระบวนการนี้อย่างน้อย

ประมาณ 14 วันก่อนการเลี้ยงปลาการ์ตูนเพื่อเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ให้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นสำหรับรองรับกับของเสียที่จะเกิดขึ้นในการเลี้ยงปลาการ์ตูน (Delbeek, 1990)

กระบวนการ Denitrification เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ทำการย่อยสลายเปลี่ยนไนเตรทให้เป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) หรือก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ภายใต้ภาวะที่ไม่มีออกซิเจนและมีสารอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอน กำจัดไนเตรทออกสู่ระบบการเลี้ยง จุลินทรีย์เหล่านี้เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน ในการหายใจ (Anaerobic bacteria) ย่อยสลายไนเตรท ตัวอย่างเช่น *Pseudomonas, Alkligenes, Vibrio* โดยปรกติก๊าซไนโตรเจนจะเป็นผลผลิตสุดท้าย แต่ถ้ามีสารอินทรีย์คาร์บอนไม่เพียงพอจะมีไนไตรท์เกิดขึ้นแทน (ปฏิกิริยาไม่สมบูรณ์) การเตรียมกระบวนการ Denitrification ควรเตรียมควบคู่กับกระบวนการ Nitrification โดยกระบวนการ Denitrification นี้จะเกิดขึ้นภายในแกนกลางของซากปะการังซึ่งเรียกว่า “หินเป็น” ซึ่งเป็นบริเวณที่ออกซิเจนไม่สามารถผ่านเข้าไปถึง เนื่องจากจะถูกจุลินทรีย์ในกระบวนการ Nitrification ที่อยู่ภายนอก ใช้ออกซิเจนที่ละลายน้ำในการย่อยสลายแอมโมเนียและไนไตรท์จนหมด ดังนั้นน้ำที่ผ่านเข้าไปในก้อนหินเป็นเหล่านั้นจะเป็นน้ำที่ไม่มีออกซิเจนละลายอยู่ ดังนั้นการเตรียมกระบวนการ Denitrification นี้ควรเตรียมหินเป็นจำนวนมากหรือรองพื้นตู้ด้วยทรายปะการังให้หนากว่าปรกติอย่างน้อยประมาณ 10 เซนติเมตร

การใช้พรรณไม้น้ำสำหรับการบำบัดคุณภาพน้ำนั้น พืชน้ำที่เป็นที่นิยมใช้เป็นพืชน้ำจำพวกสาหร่ายทะเล เช่น สาหร่ายพวงองุ่น สาหร่ายใบเลื่อย เป็นต้น ส่วนมากเป็นสาหร่ายทะเลในสกุล *Caulerpa* ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งในการกำจัดของเสียในระบบการเลี้ยงปลาการ์ตูน สาหร่ายทะเลเหล่านี้สามารถเจริญเติบโตในสภาวะที่มีแสงส่องถึง และใช้ปุ๋ยเป็นอาหารในการเจริญเติบโต (Spotte, 1979) โดยที่สาหร่ายทะเลดังกล่าวสามารถดูดซับปุ๋ยที่อยู่ในรูปของแอมโมเนียมและไนเตรทออกจากระบบการเลี้ยงปลาการ์ตูนได้อีกทางหนึ่ง

อาหารที่เหมาะกับพ่อแม่พันธุ์ปลาการ์ตูนควรเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เนื่องจากอาหารมีผลถึงคุณภาพของไข่ปลา จำเป็นต้องมีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวสูง (HUFA) การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลาการ์ตูนมักใช้อาหารสด (Sales, 2003) ทำจากปลาทะเลกับกุ้งทะเลบดผสมและเสริมวิตามินต่างๆ ส่วนอาหารมีชีวิตในการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลาการ์ตูนนิยมใช้ไรทะเลตัวเต็มวัย โดยที่พ่อแม่พันธุ์ปลามีความชอบอาหารทั้งสองชนิดนี้มากเพราะมีความสดและกลิ่นที่คาว ส่วนอาหารสำเร็จรูปเป็นที่นิยมเช่นกัน โดยที่พ่อแม่พันธุ์ปลาส่วนมากยอมรับอาหารประเภทนี้ แต่

เนื่องจากราคาค่อนข้างสูง ในการเพาะเลี้ยงปลาการ์ตูนจึงไม่นิยมอาหารประเภทนี้ เว้นแต่บางกรณีมีการทำอาหารสำเร็จรูปใช้เองในฟาร์ม

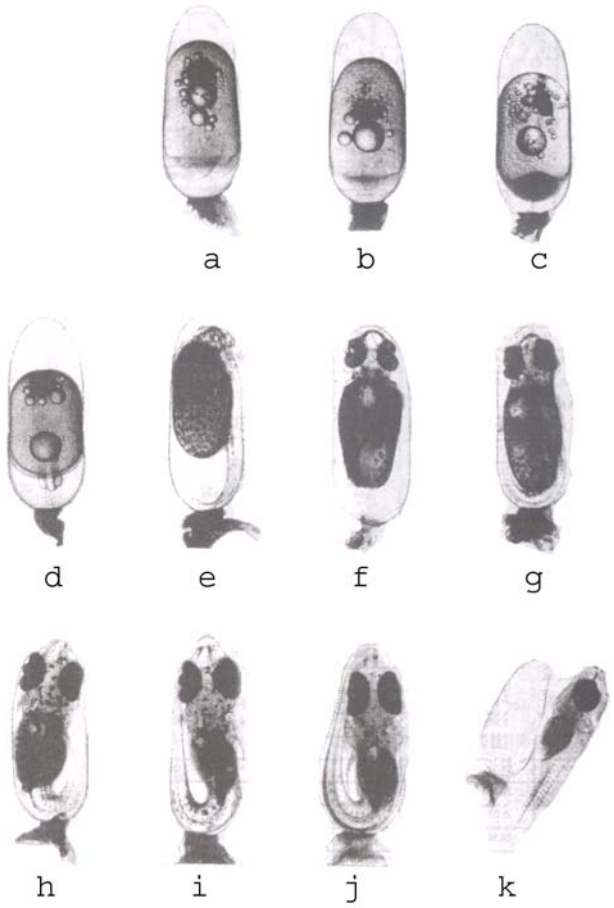
เครื่องกำจัดโปรตีน (Protein skimmer) เป็นอุปกรณ์สำหรับกำจัดสารโปรตีนที่ละลายน้ำ โดยอาศัยหลักการใช้ฟองอากาศขนาดเล็กละลายเข้าสู่มวลน้ำ จากนั้นฟองอากาศเหล่านี้จะยึดจับสารโปรตีนที่อยู่ในน้ำทะเลตรงส่วนที่ขั้วโปรตีนที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ ฟองอากาศขนาดเล็กเมื่อยึดจับสารโปรตีนได้แล้วนั้นจะนำสารโปรตีนเหล่านั้นลอยขึ้นสู่ผิวน้ำและถูกเก็บไว้ในกระบอกที่ออกแบบสำหรับเก็บฟองเหล่านี้ไว้ด้านบน (Mata and Joseph, 1997) เครื่องกำจัดโปรตีนออกแบบให้ทางเดินน้ำและฟองอากาศเดินทางสัมผัสอย่างสัมพันธ์กัน โดยให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดโปรตีน การเลือกใช้เครื่องกำจัดโปรตีนควรเลือกให้เหมาะกับปริมาตรน้ำในระบบการเลี้ยง ในการใช้เครื่องกำจัดโปรตีนเป็นการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นในระบบการเลี้ยงปลาการ์ตูนเป็นวิธีการที่เหมาะสมมาก เนื่องจากสามารถกำจัดโปรตีนซึ่งเป็นสารตั้งต้นให้เกิดของเสียในระบบการเลี้ยงออกจากระบบก่อนที่โปรตีนเหล่านั้นจะถูกย่อยสลายเป็นแอมโมเนียที่เป็นพิษต่อปลาที่เลี้ยง ทำให้ลดการเกิดของเสียที่เกิดขึ้นในระบบการเลี้ยง

การพัฒนาการคัพภะและการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อน

อุ่นจิต (2537) ได้ศึกษาพฤติกรรมการวางไข่และการเจริญเติบโตของปลาการ์ตูนส้มขาว มีรายละเอียดการเจริญเติบโตของคัพภะและปลาการ์ตูนส้มขาววัยอ่อน โดยการพัฒนาการของไข่ปลาการ์ตูนหลังจากที่ได้รับการผสมแล้ว ในระยะแรกส่วนของ yolk อยู่ชิดติดกับผนังด้านขั้วของไข่ ต่อมาส่วนของไข่แดง (yolk) จะค่อย ๆ เลื่อนห่างจากขั้วเล็กน้อยและจะเริ่มระยะฟอร์มเซลล์ขึ้น และจะพัฒนาไปตามระยะต่าง ๆ ดังนี้ (ภาพที่ 2)

- ระยะ 1 ชม. 29 นาที เริ่มสร้าง tissue ที่จะไปเป็น cell
- ระยะ 2 ชม. 29 นาที ระยะ 1 cell ส่วนของเซลล์โค้งไปตามความโค้งของฟองไข่ ส่วนด้านล่างของเซลล์ราบไปกับ yolk
- ระยะ 2 ชม. 37 นาที เป็นระยะที่เจริญเป็น 2 เซลล์ (ภาพที่ 2 a)
- ระยะ 3 ชม. 11 นาที เป็นระยะที่เจริญเป็น 4 เซลล์ (ภาพที่ 2 b)
- ระยะ 3 ชม. 30 นาที เป็นระยะที่เจริญเป็น 8 เซลล์
- ระยะ 4 ชม. 04 นาที เป็นระยะที่เจริญเป็น 16 เซลล์

- ระยะ 4 ชม. 45 นาที เป็นระยะที่เจริญเป็น 32 เซลล์
- ระยะ 5 ชม. 09 นาที เป็นระยะที่เจริญเป็น 64 เซลล์
- ระยะ 5 ชม. 30 นาที เป็นระยะที่เจริญเป็น 128 เซลล์
- ระยะ 6 ชม. 06 นาที เป็นระยะที่เจริญเป็น 256 เซลล์
- ระยะ 12 ชม. ระยะ blastula (ภาพที่ 2 c)
- ระยะ 20 ชม. ระยะ gastrulation
- ระยะ 24 ชั่วโมง เริ่มสร้างตัวอ่อน ส่วนของหัวอยู่ด้านเดียวกับขั้วของฟองไข่ (ภาพที่ 2 d)
- ระยะ 27 ชั่วโมง เริ่มสร้าง somite เห็นส่วนของกระบอกตา (optic cup)
- ระยะ 36 ชั่วโมง ตัวอ่อนเลื่อนมาสุดของขอบไข่แดง (yolk) และหัวเริ่มเคลื่อนลงด้านตรงข้ามกับขั้วของฟองไข่
- ระยะ 42 ชั่วโมง เริ่มเห็นการเต้นของหัวใจนับได้ 92 ครั้ง/นาที ส่วนของเม็ดสี (pigment) และลักษณะของเม็ดสีกระจายออกไปทั่ว เห็นการไหลเวียนของของเหลว
- ระยะ 48 ชั่วโมง เห็นส่วนของลูกตาชัดเจน ส่วนของ yolk เล็กลง ตัวอ่อนใส ส่วนของหัวลงมาอยู่ระดับเดียวกับ yolk ตรงส่วนของไข่แดง (yolk) มีเม็ดสี (pigment) หนาแน่น เป็นระยะที่มี somite ครบสมบูรณ์ (ภาพที่ 2 e)
- ระยะ 65 ชั่วโมง เห็นส่วนของของเหลวสีแดงไหลทั่วฟองไข่ ส่วนของลูกตามีลักษณะเป็นรูปวงแหวน ปลายของดวงตายังไม่เชื่อมต่อกันและมีสีดำ และตรงบริเวณกลางวงแหวนมีลักษณะนูน
- ระยะ 72 ชั่วโมง ส่วนของหัวเคลื่อนลงมาอยู่สุดด้านตรงข้ามกับขั้วไข่ในระยะนี้นับการเต้นของ หัวใจได้ 125 ครั้ง/นาที เม็ดสีกระจายทั่วฟองไข่และตรงบริเวณลำตัว (ภาพที่ 2 f)
- ระยะ 4 วัน ส่วนของตามีสีดำเข้ม เห็นส่วนครีบอกและครีบก้น ส่วนของไข่แดง (yolk) เริ่มเล็กลง เห็นปากชัดเจน ลูกตาเริ่มมีสีเงินวาว (ภาพที่ 2 g)
- ระยะ 5 วัน ส่วนของปากเจริญมากขึ้น มีเม็ดสีตรงบริเวณหัว ตัวอ่อนเจริญเต็มกระเปาะไข่ (capsule) ตัวอ่อนมีสีขุ่น ส่วนหัวโตเมื่อเทียบกับส่วนอื่นๆ หัวใจเต้น 126 ครั้ง/นาที
- ระยะ 6 วัน ส่วนของลูกตามีสีดำสนิท และตรงกลางของลูกตามีสีเงินแววววาว ส่วนปากสมบูรณ์ขึ้น ส่วนของ yolk มีขนาดเล็กลง หัวใจเต้น 157 ครั้ง/นาที (ภาพที่ 2 h)
- ระยะ 7 วัน ตัวอ่อนเจริญสมบูรณ์เต็มที่ การเต้นของหัวใจ 162 ครั้ง/นาที การหมุนเวียนของโลหิตแรงขึ้น และปลาพร้อมที่จะฟักออกจากเปลือก (ภาพที่ 2 i)



ภาพที่ 2 พัฒนาการของไข่ปลาการ์ตูนส้มขาว

ที่มา: อุ่นจิต (2537)

จากนั้นมีการพัฒนาการหลังจากฟัก (ภาพที่ 3) โดยลูกปลาการ์ตูนเกิดใหม่ มีรูปร่างเรียว ขนาดความยาวมาตรฐาน (SL) 2.71 มม. และมีขนาดความยาวทั้งตัว (TL) 3.58 มม. ส่วนหัวใหญ่ ลูกตากลม ปากค่อนข้างเล็ก ส่วนของครีบยังไม่พัฒนา มีจุดสีประปรายบริเวณด้านบนของหัวและแก้ม บริเวณด้านหลังของลำตัวมีจุดสีเรียงเป็นแถว 1 แถว บริเวณกระเพาะมีจุดสีเบาบางและบริเวณด้านท้องมีจุดสีเรียงเป็นแถว 2 แถว ยังมีส่วนของไข่แดงเหลืออยู่เล็กน้อย และมีเยื่อบาง ๆ หุ้มอยู่

ลูกปลาอายุ 1 วัน - มีขนาดความยาวมาตรฐาน 3.39 มม. ส่วนของหัวใหญ่เมื่อเทียบกับส่วนอื่น ส่วนฐานของครีบก้นและครีบหลังเริ่มพัฒนา ตรงบริเวณด้านบนของหัวมีจุดสีเรียงเป็นแถว 6

แถว ตรงริมฝีปากและข้างแก้มมีจุดสีเกิดขึ้น มีจุดสีหนาแน่นบริเวณกลางลำตัวส่วนท้องตรงบริเวณเหนือกระเพาะมีจุดสีหนาแน่นมากขึ้น

ลูกปลาอายุ 4 วัน - ส่วนของลำตัวจะหนาขึ้น ลูกปลามีความยาวมาตรฐาน 4.02 มม. ส่วนหัวกลมมนใหญ่เห็นได้ชัดบริเวณฐานครีบหลังและครีบก้นพัฒนาขึ้น กระดูกหาง (hypural plates) แยกออกเป็นสองแฉก มีจุดสีตรงบริเวณเหนือกระเพาะหนาแน่น และบริเวณลำตัวค่อนมาครึ่งหลังมีจุดสีกระจายหนาแน่นมาก

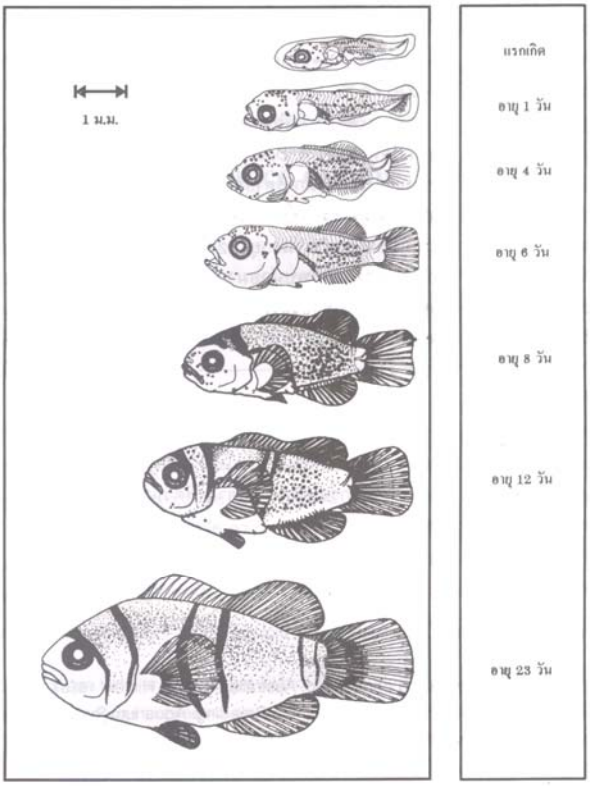
ลูกปลาอายุ 6 วัน - ลักษณะลำตัวยังไม่เปลี่ยนจาก 2 วันก่อนมากนัก เช่นเดียวกับการแพร่กระจายของจุดสี แต่ที่แตกต่างที่เห็นได้ชัดคือ ก้านครีบต่าง ๆ พัฒนาเกือบสมบูรณ์

ลูกปลาอายุ 8 วัน - ลักษณะรูปร่างเริ่มเหมือนพ่อแม่มีความยาวมาตรฐาน ประมาณ 4.37 มม. ส่วนของครีบหลัง ครีบอก ครีบท้องและครีบหางเจริญมากขึ้น ส่วนหัวและส่วนท้องเริ่มเห็นสีส้มจาง ๆ ส่วนบริเวณลำตัวหลัง Anus ไปจนถึงโคนครีบหางยังมีจุดสีหนาแน่นอยู่ และมีแถบขาวพาดอยู่บริเวณหัว 1 แถบ ในระยะนี้ลูกปลาจะเริ่มจมตัวลง คือ แทนที่จะว่ายน้ำอยู่บริเวณผิวน้ำ กลับดำลงไปว่ายอยู่บริเวณกลาง ๆ น้ำ

ลูกปลาอายุ 12 วัน - รูปทรงเหมือนพ่อแม่ปลา มีความยาวมาตรฐาน ประมาณ 5.46 มม. ส่วนของครีบต่าง ๆ เจริญสมบูรณ์เต็มที่ ส่วนของลำตัวเริ่มเห็นสีส้มชัดเจน มีแถบขาวพาดผ่านลำตัว ช่วงนี้ลูกปลาจะว่ายอยู่ตรงพื้นตู้และมักจะออกันอยู่บริเวณมุมตู้

ลูกปลาอายุ 23 วัน - มีความยาวมาตรฐาน ประมาณ 7.49 มม. ไม่เห็นจุดสีที่ปรากฏในระยะก่อนหน้านี้ มีสีส้มเข้มเหมือนพ่อแม่ปลา และมีแถบขาวที่บริเวณโคนหาง ช่วงนี้ลูกปลาจะออกันอยู่เป็นกลุ่มที่บริเวณพื้นตู้และต้องการที่หลบภัย

ลูกปลาอายุ 1 เดือน - มีขนาดความยาวทั้งตัว ประมาณ 12.24 มม. จากการศึกษาการเจริญเติบโตของลูกปลาตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยรุ่น ได้ค่าความยาวสมการทั้งตัวของปลาการ์ตูน (TL) $Y = 3.1493X^{0.4008}$ และค่า $R^2 = 0.8915$ และได้ค่าความยาวมาตรฐาน (SL) ของปลาการ์ตูน $Y = 2.5068X^{0.387}$ และค่า $R^2 = 0.8778$ พบว่าในช่วง 2 เดือนแรกลูกปลาจะเจริญเติบโตค่อย ๆ ลดลงเมื่อปลามีอายุมากขึ้น



ภาพที่ 3 พัฒนาการของปลาการ์ตูนส้มขาวแรกเกิดจนอายุ 23 วัน

ที่มา: อุ่นจิต (2537)

ชีววิทยาบางประการของอาร์ทีเมีย

Phylum: Arthropoda

Class: Crustacea

Order: Anostraca

Family: Artemidae

Genus: *Artemia*

อาร์ทีเมีย หรือไรสีน้ำตาล หรือไรน้ำเค็ม มีชื่อสามัญว่า “Artemia” หรือ “Brine shrimp” เป็นสัตว์น้ำเค็มชนิดหนึ่งซึ่งจัดอยู่ในพวกครัสเตเซีย (Crustacean) เช่นเดียวกับพวก กุ้ง กั้ง และปู แต่อาร์ทีเมียเป็นพวกที่ไม่มีเปลือกแข็งหุ้มตัว โดยทั่วไปเป็นที่รู้จักกันดีในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วโลก เพราะนิยมนำเอาอาร์ทีเมียไปใช้เป็นอาหารในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน ซึ่งอาร์ทีเมียมีคุณสมบัติที่ดีคือ มีคุณภาพทางอาหารสูง มีขนาดที่เหมาะสม เป็นอาหารธรรมชาติที่มีคุณภาพพิเศษ คือ ตัวอ่อนของอาร์ทีเมียซึ่งห่อหุ้มด้วยเปลือกสีน้ำตาลซึ่งรู้จักกันทั่วไปว่า ไข่ (Cyst) สามารถเก็บรักษาให้คงสภาพมีชีวิตอยู่ได้เป็นเวลานานหลายปี เมื่อต้องการใช้เพียงนำมาเพาะฟักในระยะเวลาอันสั้น ทำให้สะดวกทั้งการใช้และการจัดการ ช่วยบำบัดรักษาน้ำ เนื่องจากอาร์ทีเมียกินอาหารโดยการกรองรวบรวมสิ่งแขวนลอยทุกอย่างในน้ำที่มีขนาดเล็กกว่าช่องปาก ทั้งแบคทีเรีย แพลงก์ตอน ซากเน่าเปื่อย (detritus) ตลอดจนอนุภาคอินทรีย์สาร (organic particles) เป็นอาหาร

ในปี ค.ศ. 1775 นักวิทยาศาสตร์ชื่อ Schlosser ได้พบอาร์ทีเมียเป็นครั้งแรก ที่นาเกลือใกล้เมืองไลมิงตัน (Lymington) ประเทศอังกฤษ ในปีค.ศ.1778 Linnaeus ได้นำมาจัดเข้าเป็นหมวดหมู่และให้ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cancer salina* และใน ค.ศ.1819 Leach ได้ใช้ชื่อสกุลว่า *Artemia* มีการใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ใหม่ว่า *Artemia salina* หลังจากนั้นได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางในเวลาต่อมา และพบว่าอาร์ทีเมียที่พบในแต่ละที่มีลักษณะแตกต่างกัน สามารถแบ่งออกเป็น 2 สายพันธุ์ (Strains) คือ กลุ่มที่มีสองเพศ (Bisexual or Zygogenetic strains) คือมีทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีด้วยกันหลายชนิด เช่น *Artemia salina* (อังกฤษ) เชื่อว่าสูญพันธุ์ไปแล้ว *Artemia tunisiana* (ทวีปยุโรป) *Artemia franciscana* (อเมริกาเหนือ อเมริกากลาง และอเมริกาใต้) *Artemia persimilis*(อาร์เจนตินา,ทวีปอเมริกาใต้) *Artemia urmiana* (อิหร่าน ทวีปเอเชีย) *Artemia monica*(สหรัฐอเมริกา) ส่วนกลุ่มที่มีเพียงเพศเดียว (Parthenogenetic strains) คือมีเฉพาะเพศเมียเท่านั้น ส่วนใหญ่พบทั่วไปในทวีปยุโรปและเอเชีย การแยกชนิดไม่ชัดเจนจึงเรียกรวมกันว่า *Artemia*

parthenogenetic และต่อท้ายด้วยแหล่งที่พบ เช่น *Artemia parthenogenetic* Meva Lake, Africa เป็นต้น

วงจรชีวิตของอาร์ทีเมีย

ตัวอ่อนระยะแรกของอาร์ทีเมียทั้งที่ออกจากแม่โดยตรงหรือแม่ให้ไข่แล้วฟักเป็นตัวเรียกว่า Instar I จะมีความยาวประมาณ 0.40-0.52 มม. มีสีเหลืองส้มของไข่แดง(yolk) ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน จากตัวอ่อนระยะแรกนี้จะเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงรูปร่างโดยการลอกคราบอีกประมาณ 15 ครั้ง โดยระยะเวลาประมาณ 7-15 วัน ก็จะเจริญเติบโตมาถึงวัยเจริญพันธุ์ มีขนาดประมาณ 7-15 มม. อาร์ทีเมียสามารถให้ลูกออกมาได้ 2 ลักษณะ คือเป็นตัวอ่อน (Nauplius) และเป็นไข่ (Cyst) ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม ซึ่งโดยปกติแล้วในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม อาร์ทีเมียส่วนใหญ่จะออกลูกมาเป็นไข่ (Cyst) อาร์ทีเมียจะเริ่มผลิตไข่ได้ใหม่หลังจากออกลูกครั้งก่อนผ่านไปอย่างน้อย 2 วัน โดยทั่วไปแล้วอาร์ทีเมียที่เลี้ยงในประเทศไทยจะมีอายุได้ประมาณ 1-3 เดือน

ไข่อาร์ทีเมีย (Artemia cysts)

ตามปกติโดยทั่วไปแล้วไข่จะมีลักษณะเป็นเซลล์เดียว แต่ไข่อาร์ทีเมียนั้นไม่ได้มีเซลล์เดียว โดยเซลล์นั้นจะพัฒนาเจริญเติบโตขึ้นจนเป็นตัวอ่อน (embryo) ในระยะที่มีลักษณะคล้ายรูปถ้วย (gastrula stage) ซึ่งมีเซลล์ประมาณ 3,000-4,000 เซลล์ และหยุดการเจริญเติบโตเป็นการชั่วคราว (non-differentiated cell) แล้วสร้างเปลือกแข็งขึ้นมาหุ้ม เพื่อป้องกันตัวอ่อนระยะดังกล่าวไว้ เปลือกของไข่นั้นมีรูพรุน ซึ่งจะเป็นทางผ่านของอากาศและน้ำ และยังช่วยพยุงไข่ให้ลอยน้ำ ขนาดของไข่อาร์ทีเมีย อยู่ระหว่าง 200-300 ไมครอน ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และสภาวะแวดล้อม

นิเวศวิทยาของอาร์ทีเมีย

โดยทั่วไปแล้วจะพบอาร์ทีเมียตามธรรมชาติ โดยเฉพาะในแหล่งน้ำที่มีความเค็มค่อนข้างสูง จนกระทั่งสัตว์น้ำชนิดอื่นไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ ฉะนั้นอาร์ทีเมียจึงเป็นสัตว์น้ำที่ไม่มีเปลือกแข็งหุ้มและมีลำตัวที่อ่อนนุ่ม จะไม่สามารถป้องกันตัวเองได้ อาร์ทีเมียสามารถมีชีวิตอยู่ได้ใน

น้ำเค็มที่มีความเค็ม ตั้งแต่ 3 ppt ถึงความเค็มสูงใกล้ระดับเกลือแกง (NaCl) จะตกผนึก ที่มีความเค็มประมาณ 240-265 ppt

การเพาะฟักไข่อาร์ทีเมีย

การเพาะฟักไข่อาร์ทีเมีย ควรใช้ถังรูปทรงกระบอก ก้นถังเป็นลักษณะรูปกรวย ข้างถังควรทาสีทึบแสง ก้นถังใส เพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยว อาร์ทีเมียที่จะนำไปใช้ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนควรเป็นอาร์ทีเมียที่เพิ่งฟัก (Instar I) เพราะตัวอ่อนในระยะนี้จะเป็นช่วงที่มีไข่แดงเก็บสะสม และจัดว่ามีคุณค่าทางอาหารมากกว่าตัวอ่อนที่มีอายุหลายวัน (Instar II หรือ III) ตัวอ่อนในระยะ Instar I จะมีอายุเพียง 6-10 ชั่วโมง. หลังจากฟักเป็นตัวแล้วเท่านั้น จึงจำเป็นต้องรู้ระยะเวลาในการฟักไข่เพื่อจะได้ทราบว่าเวลาใดควรจะเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้ระยะตัวอ่อน Instar I มากที่สุด

ก่อนแยกเปลือกไข่ควรจะใส่หรือสารเคมีบางชนิดเพื่อฆ่าเชื้อโรคและปรสิตในถังเพาะฟัก เช่น ใส่น้ำยาฟอร์มาลิน ความเข้มข้น 50-100 ส่วนในพัน (0.05-0.10 ซีซี ต่อน้ำ 1 ลิตร) ทิ้งไว้ 3-12 ชั่วโมง จึงทำการแยกเปลือกไข่ออก

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของอาร์ทีเมีย (เปอร์เซ็นต์)

อาร์ทีเมีย	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เถ้า
ตัวอ่อน	52.2±8.8	18.9±4.5	14.8±4.8	9.7±4.6
ตัวเต็มวัย	56.4±5.6	11.8±5.0	12.1±4.4	17.4±6.3

ที่มา: อนันต์และคณะ (2536)

ชีววิทยาบางประการของโรติเฟอร์น้ำเค็ม

โรติเฟอร์เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำคัญกลุ่มหนึ่ง ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำทุกชนิด ทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม แต่ส่วนใหญ่พบในน้ำจืดมากกว่าแหล่งอื่น รูปร่างของโรติเฟอร์คล้ายหนอนแต่ลำตัวไม่เป็นปล้อง ทางเดินอาหารแบ่งออกเป็นสวนต่างๆ คือ คอหอย (pharynx) พัฒนาเป็นส่วนที่เรียกว่า mastax ซึ่งประกอบด้วย trophi ทำหน้าที่บดอาหาร ด้านบนสุดของลำตัวมีวงขนที่เรียกว่า corona หรือ wheel organ ส่วนด้านล่างสุดมีนิ้วเท้า (toes) และต่อมสารเหนียว (pedal gland)

Phylum: Rotifera

Class: Monogononta

Order: Ploima

Family: Brachionidae

Genus: *Brachionus*

โรติเฟอร์ที่นิยมเลี้ยงมีชนิดเดียวคือ *Brachionus rotundiformis* (น้ำกร่อย-น้ำเค็ม) เป็นอาหารที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อน นักเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วโลกนิยม นำมาใช้อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน กันอย่างแพร่หลาย เพราะโรติเฟอร์มีคุณลักษณะบางอย่างที่เหมาะสม เช่น มีขนาดเล็ก เปลือกหุ้มนิ่ม เคลื่อนที่ช้าลูกสัตว์น้ำจับกินง่าย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และที่สำคัญสามารถผลิตได้เป็นจำนวนมากได้อย่างต่อเนื่อง เพราะมีวงจรชีวิตที่สั้น และปกติสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจึงสามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว (ลัดดา, 2543)

พรพรรณ (2547) ได้ศึกษาคุณค่าทางอาหาร (น้ำหนักแห้ง) ของ โรติเฟอร์ ไรแดง และหนอนจิ๋ว เพื่อนำไปอนุบาลลูกปลาม้าลาย พบว่าโรติเฟอร์มีโปรตีน 68.08 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 4.94 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 13.63 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 6.45 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ไรแดงมีโปรตีน 64.68 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2.97 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 6.83 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 9.03 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหนอนจิ๋วมีโปรตีน 40.07 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 13.54 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 1.34 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 4.75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 คุณค่าทางอาหารของโรติเฟอร์ ไรแดง และหนอนจิ๋ว

	คุณค่าทางอาหาร(เปอร์เซ็นต์)					สภาพ
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	ตัวอย่าง
โรติเฟอร์	92.04					น้ำหนักเปียก
	3.65	68.08	4.94	13.63	6.45	น้ำหนักแห้ง
ไรแดง	89.96					น้ำหนักเปียก
	8.51	64.68	2.97	6.83	9.03	น้ำหนักแห้ง
หนอนจิ๋ว	54.66					น้ำหนักเปียก
	8.77	40.07	13.54	1.34	4.75	น้ำหนักแห้ง

ที่มา: พรพรรณ (2547)

รูปร่างลักษณะทั่วไปของโรติเฟอร์

ลำตัวของโรติเฟอร์แบ่งออกเป็นสามส่วน คือ หัว (head) ลำตัว (trunk) และ เท้า (foot) ส่วนหัวเป็นส่วนสั้นๆ และแคบ ประกอบด้วยวงขนที่เรียกว่า corona เมื่อเคลื่อนไหวจะเหมือนวงกลมที่หมุนมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า wheel organ รูปร่างของ corona แตกต่างจากกลุ่มของ โรติเฟอร์มักหุ้มด้วยลอริกา ซึ่งบางหรือหนาก็ได้ตามชนิด ลอริกานี้ประกอบด้วยไคติน บนลอลิกาอาจมีหนามหรือตุ่ม โรติเฟอร์มีหนวดที่ใช้รับความรู้สึก (sensory antenna) ซึ่งอยู่ทางด้านหลังเรียกว่า dorsal antenna จำนวน 1 เส้น และอยู่ด้านข้างลำตัวอีก 1 คู่ เรียกว่า lateral antenna เท้าของโรติเฟอร์เรียวยาวมีลักษณะเป็นวงต่อกัน หรือแบ่งเป็นปล้องแต่ละปล้องค่อนข้างแข็งเพราะประกอบด้วยไคตินทำให้เท้าโรติเฟอร์สามารถยืดหดได้ปลายด้านล่างของเท้า มีนิ้วเท้า 2 นิ้ว

การสืบพันธุ์ของโรติเฟอร์

โรติเฟอร์มีการสืบพันธุ์ 2 แบบคือ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction) และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Parthenogenesis reproduction) ในสภาวะปกติโรติเฟอร์เกือบ

ทั้งหมดเป็นเพศเมีย มีการแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็วด้วยวิธีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่เรียกว่า พาร์เธโนเจเนซีส (Parthenogenesis reproduction) โดยจะมีไข่ 1-2 ฟอง ไข่นี้จะฟักเป็นโรติเฟอร์เพศเมีย (amictic females) ซึ่งจะเจริญเป็นตัวเต็มวัยในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โรติเฟอร์จะสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้เพียงอย่างเดียว หลังจากฟักตัวได้ประมาณ 12 ชั่วโมง โรติเฟอร์ของประเทศไทยจะเริ่มมีไข่ หลังจากนั้นประมาณ 8 ชั่วโมง ไข่จะฟักเป็นตัว โรติเฟอร์แต่ละตัวจะให้ลูกได้ประมาณ 20 ตัว ถ้าในสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เช่น อาหารลดลงอุณหภูมิน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน โรติเฟอร์จะสืบพันธุ์แบบมีเพศ (Sexual reproduction) โดยโรติเฟอร์เพศเมีย (amictic females) จะผลิต mictic females ซึ่งสามารถสืบพันธุ์แบบมีเพศได้เพียงอย่างเดียวจากไข่ฟองที่มีขนาดใหญ่ที่สุด และเพศเมียแบบนี้จะว่างไข่จำนวน 1-6 ฟอง มีขนาดเล็กกว่าไข่ที่ผลิตจากการสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ โรติเฟอร์เพศผู้มีอายุสั้นเมื่อผสมพันธุ์ กับเพศเมียแล้วจะตาย เพศเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์จากเพศผู้จะวางไข่จำนวน 1-2 ฟอง ก่อนตาย ไข่ที่เกิดจากการสืบพันธุ์แบบมีเพศเป็นไข่ฟัก (resting egg) คือไม่เจริญเติบโตทันที แต่จะพักตัวอยู่ในน้ำรอจนกระทั่งสภาวะแวดล้อมเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตจึงจะฟัก เป็นโรติเฟอร์เพศเมีย ซึ่งสามารถสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และวงจรชีวิตของโรติเฟอร์จะเริ่มต้นใหม่อีกครั้งหนึ่ง

อาหารและการกินอาหารของโรติเฟอร์

โรติเฟอร์กินอาหารได้หลายชนิด ได้แก่ สาหร่ายขนาดเล็ก ยีสต์ แบคทีเรีย และตะกอนน้ำ แต่อาหารที่ดีที่สุดคือ คลอเรลลา การเลี้ยงโรติเฟอร์ด้วยยีสต์เพียงอย่างเดียวก็สามารถเลี้ยงได้ โดยใช้ยีสต์ขนมปัง 1 กรัมต่อโรติเฟอร์ 1 ล้านตัว แต่จะทำให้เสียได้ง่าย และจะได้โรติเฟอร์ที่ขาดกรดไขมันที่จำเป็นสำหรับสัตว์น้ำเค็ม โรติเฟอร์กินอาหารได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของ corona และส่วนของ trophi ซึ่งอยู่ใน mastax พวกที่กินอาหารและลอยอยู่ในน้ำ จะมี corona ใหญ่และมี trophi ชนิดที่ใช้บด โรติเฟอร์กินอาหารแบบนี้ ได้แก่ พวกที่อาศัยอยู่บนพื้น ส่วนโรติเฟอร์ใน Class Monogononta เป็นพวกที่มี trophi 1 วง cingulum 1 วง และ มี malleate trophi โรติเฟอร์กลุ่มนี้โดยทั่วไปกินสารอินทรีย์และสิ่งมีชีวิตขนาดจิ๋วโดยอาหารจะถูกพัดเข้าสู่ปากโดยวงขนของ corona โรติเฟอร์กินอาหารโดยการฉีก ซึ่งได้แก่ พวกสัตว์ขนาดเล็ก แต่บางชนิดก็สามารถกินอาหารพวกพืชขนาดใหญ่ได้ อาหารจะถูกย่อยและบดโดย trophi ใน mastax จนขนาดของอาหารเล็กลง หรือโดยการใช้ปลาย trophi แทงและดูดของเหลวจากอาหารจากอาหารเข้าสู่ลำตัวก็ได้ โรติเฟอร์บางชนิดพัฒนาวิธีการกินอาหาร โดยวิธีการดักด้วยหนามหรือ setae ที่มีโครงสร้างคล้ายกับดักเอาไว้จับอาหารเข้าช่องปาก

วิธีการเลี้ยงโรติเฟอร์

การเลี้ยงให้ได้ปริมาณมากๆ แบ่งการเลี้ยงและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 2 วิธี คือ การเลี้ยงแบบเก็บเกี่ยว 50% วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายมากและจะได้ โรติเฟอร์คุณภาพดี โดยมีวิธีการเพาะเลี้ยงดังนี้ คือ ทำการเพาะเลี้ยงคลอเรลลาในความเค็ม 15 ppt ให้ได้ความหนาแน่น 1×10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร นำคลอเรลลาไปเลี้ยงโรติเฟอร์ในถังเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์โดยใช้ความหนาแน่น เริ่มต้น 10-20 ตัวต่อมิลลิตร โดยเริ่มทำการเพาะเลี้ยง 50 % ของถัง เมื่อโรติเฟอร์กินคลอเรลลาหมด ก็เติมคลอเรลลา ลงในถังเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์เรื่อยๆ เมื่อความหนาแน่น ของ โรติเฟอร์เกินกว่า 100 ตัวต่อมิลลิลิตร ก็การเก็บเกี่ยว 50% โดยถ่ายน้ำออกครึ่งหนึ่งแล้วกรองเอา โรติเฟอร์ไปใช้ จากนั้นเติมคลอเรลลาจนเต็มถังเท่าเดิม รุ่งขึ้นทำการเก็บเกี่ยวอีก 50% แล้วเติมคลอเรลลาจนเต็มถังเท่าเดิม เมื่อโรติเฟอร์ลดจำนวนลงและมีไข่น้อยลง หรือถังเลี้ยงสกปรก จึงทำการเก็บเกี่ยวทั้งหมด แล้วทำความสะอาดถังเพื่อเริ่มต้นการเลี้ยงใหม่ การเลี้ยงโรติเฟอร์วิธีนี้โรติเฟอร์จะเพิ่มจำนวนประมาณ 2 เท่าทุกวัน

การเลี้ยงแบบต่อมาคือการเลี้ยงแบบเปลี่ยนถัง หรือเก็บเกี่ยวทั้งหมดครั้งเดียว เป็นวิธีที่จัดสภาพให้เหมาะและเก็บเกี่ยวโรติเฟอร์ในแต่ละครั้งมากขึ้น เพราะจากการศึกษาพบว่าโรติเฟอร์ของไทยเจริญเติบโตดีเมื่อเลี้ยงในน้ำความเค็ม 15 ppt และเพิ่มจำนวนได้สูงสุด เมื่อได้กินคลอเรลลา 3×10^5 เซลล์/ตัว/วัน ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยมีขั้นตอนการเลี้ยงดังนี้ ล้างถังหรือบ่อเพาะโรติเฟอร์ให้สะอาดตากให้แห้ง เติมโรติเฟอร์ให้มีความหนาแน่น 20-30% ตัวต่อมิลลิลิตร ให้ฟองอากาศ ในวันรุ่งขึ้น ทำการเก็บเกี่ยวโรติเฟอร์ทั้งหมด โดย 70-80% นำไปใช้อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน และ 20-30%ใช้เป็นพันธุ์ในการเพาะเลี้ยงต่อไป

การเก็บเกี่ยวโรติเฟอร์

ใช้ถุงกรองขนาดตา 60 ไมครอน ถุงเป็นแบบปากเปิดทั้งสองข้าง ปลายด้านหนึ่งผูกติดกับท่อถ่ายน้ำ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งรวบผูกไว้ให้แน่น เวลากรองต้องระวังให้โรติเฟอร์อยู่ในน้ำตลอดเวลา เพื่อไม่ให้โรติเฟอร์แห้งตาย โรติเฟอร์จะถูกกักขังอยู่ในถุงขณะที่น้ำไหลออก เมื่อน้ำไหลออกจากถุงกรองช้ามาก จึงเปิดปากถุงที่ผูกเอาไว้เพื่อถ่ายโรติเฟอร์ลงในถังลำเลียง นำไปใส่ในถังรวบรวมที่ใส่คลอเรลลาไว้และให้ฟองอากาศ เพื่อให้โรติเฟอร์ได้กินอาหารในช่วงที่รอการนำไปใช้อนุบาลลูกสัตว์น้ำ

ศัตรูของโรติเฟอร์

ศัตรูของโรติเฟอร์ที่สำคัญได้แก่ โคพีพอด และโปรโตซัวชนิดมีขน ซึ่งจะไปแย่งอาหารของโรติเฟอร์ ทำให้การเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ไม่ดีเท่าที่ควร นอกจากนี้โคพีพอดบางชนิดยังกินโรติเฟอร์เป็นอาหารอีกด้วย ดังนั้นจึงควรต้องระมัดระวัง อย่าให้มีโคพีพอดและโปรโตซัวกลุ่มนี้รวมกับโรติเฟอร์

การฟักไข่ของปลาการ์ตูน

ในธรรมชาติลูกปลาจะฟักในช่วงหลังพระอาทิตย์ตกดินประมาณ 19.00 น. ถึง 20.00 น. การฟักไข่จึงจำเป็นต้องทำในตู้ฟักไข่มีความมืดสนิทจากการคลุมด้วยผ้าสีดำรอบตู้ ไข่ปลาการ์ตูนจะมีลักษณะใสมองเห็นตัวอ่อนภายในไข่ ลูกตามีลักษณะสีเงินวาว ไข่แดงยุบหมด โดยเมื่อถึงกำหนดลูกปลาจะฟักในช่วงเวลาที่ไม่มีแสง สำหรับในการเพาะพันธุ์ เมื่อลูกปลาเริ่มฟักออกจากไข่ควรปิดระบบกรองน้ำ ป้องกันการพลัดตกลงไปในระบบกรอง จากนั้นใช้ไฟฉายล่อให้ลูกปลาการ์ตูนแรกฟักมาอยู่รวมกัน ซึ่งลูกปลาการ์ตูนแรกฟักจะว่ายน้ำเข้ามาเล่นแสงไฟตามสัญชาติญาณ ใช้สวิงตาละเอียดช้อนและใช้ภาชนะช้อนลูกปลาในสวิงโดยไม่ให้ลูกปลาสัมผัสอากาศ นำลูกปลาที่ได้มาเลี้ยงในตู้อนุบาล การจัดเตรียมตู้สำหรับอนุบาลลูกปลา ใช้ตู้ปลาขนาดประมาณ 100 ลิตร ใส่น้ำทะเลที่กรองแล้วลงในตู้กระจกซึ่งปิดทั้ง 4 ด้านด้วยผ้าพลาสติกดำ ใส่ท่อพร้อมหัวทรายสำหรับเพิ่มอากาศในน้ำ เปิดให้อากาศเข้าน้อยที่สุด พยายามควบคุมอุณหภูมิของน้ำในตู้เพาะฟักกับตู้อนุบาลลูกปลาให้ใกล้เคียงกัน ด้วยการนำน้ำในตู้เพาะฟักมาใช้ในตู้อนุบาล การย้ายลูกปลาจากตู้เพาะฟักมายังตู้อนุบาลลูกปลา ใช้ภาชนะใบเล็กตักลูกปลาย้ายมายังตู้อนุบาล การปฏิบัติต้องทำอย่างระมัดระวังค่อย ๆ ตักและค่อย ๆ เทลง การเตรียมอาหารสำหรับลูกปลาควรเหมาะสมกับขนาดของลูกปลาการ์ตูน

ความกว้างของปากลูกปลาและอาหารที่เหมาะสม

Shirota (1970) ทำการศึกษาปากของลูกปลาทั้งหมด 33 ชนิด ทั้งลูกปลาน้ำจืดและลูกปลาน้ำเค็ม และศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างปากของลูกปลากับขนาดของอาหารธรรมชาติ และการเจริญเติบโตของลูกปลา (ตารางที่ 3) พบว่าลูกปลาที่มีปากขนาดเล็กจะเจริญเติบโตช้ากว่าลูกปลาที่มีปากขนาดใหญ่กว่า และขนาดปากมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อลูกปลามีความยาวเหยียดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างขนาดปากของลูกปลาในระยะเริ่มกินอาหารกับความยาวเหยียดของลูกปลา ขึ้นอยู่กับชนิดของปลา ยกตัวอย่างเช่น ปลาทอง (*Carassius auratus*) ขนาดของลูกปลาในระยะเริ่มกินอาหารมีขนาด 400 ไมครอน มีความยาวเหยียด 5.2 มิลลิเมตร ในขณะที่ปลาใน (*Cyprinus carpio*) ขนาดปาก 570 ไมครอน มีความยาวเหยียด 6.6 มิลลิเมตร ตัวอย่างปลาทะเล เช่น ปลาอีปุดยาว(*Ilisha elongata*) ขนาดปาก 496 ไมครอน มีความยาวเหยียด 6.8 มิลลิเมตร ในขณะที่ปลากระทุงเหว (*Tylosurus melanotus*) ขนาดปาก 1,450 ไมครอน ความยาวเหยียด 12.8-14.0

มิลลิเมตร และยังพบอีกว่าขนาดของอาหารที่เหมาะสมควรจะพอดีกับปากปลาเมื่อลูกปลาอ้าปาก 45 องศา

ตารางที่ 3 ขนาดปากของลูกปลาชนิดต่างๆ

ความยาวเหยียดของปลา	แรกฟัก	10 มิลลิเมตร	15 มิลลิเมตร	20 มิลลิเมตร
ชนิดของปลา	ขนาดปาก (ไมครอน)	ขนาดปาก (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (มิลลิเมตร)
Katsuwonus pelamis	930	3.0	3.3	3.9
Seriola quinquradiata	994	2.1	2.8	3.3
Scomber japonica	622	1.8	2.6	3.0
Gadus macrocephalus	424	1.5	2.1	3.4
Gerella punctata	882	1.3	1.6	1.9
Engraulis japonica	250	1.1	1.5	2.5
Harengura zunasi	291	0.8	1.4	2.1
Konosirus punctata	264	0.7	1.3	1.8
Clupea pallasi	728	0.7	1.0	1.5
Plecoglossus altivelis	375	0.5	0.8	1.3

ที่มา: Shirota (1970)

จากการศึกษาของ Mathias and Li (1982) พบว่าขนาดปากของลูกปลามีความสัมพันธ์กับความยาวเหยียด (total length) ของลูกปลา โดยทำการศึกษาในลูกปลา Walleye (*Stzostedion vitrem*) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Art and Evan (1987) ที่ทำการศึกษาในลูกปลา white fish (*Coregonus clupeafermis*) และลูกปลา Lake herring (*Coregonus artedii*) นอกจากนี้ Dabrowski and Bardega (1984)ได้ทำการศึกษาขนาดของลูกปลา 3 ชนิดคือ ปลาเฉา (*Ctenopharyngodon idella* Val.) ปลาลิ่น(*Hypophthalmichthys molitrix* Rich.) และปลาซ่ง (*Aristichthys nobilis* Rich.) พบว่าขนาดของปากลูกปลามีความสัมพันธ์กับความยาวเหยียดของลูกลูกปลาตั้งแต่เริ่มต้นได้รับอาหารจนกระทั่งมีขนาด 20-30 มิลลิเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดปากและขนาดของอาหารที่ลูกปลาสามารถ

กินได้ โดยขนาดของอาหารที่เหมาะสมจะมีค่าเท่ากับขนาดปากปลาเมื่ออ้าปากกว้าง 45 องศา และขนาดของอาหารที่ใหญ่ที่สุดที่ลูกปลาสามารถกินได้จะเท่ากับขนาดปากปลาเมื่ออ้าปากกว้าง 90 องศา และยังพบว่าขนาดของอาหารที่เหมาะสมสำหรับลูกปลาลิ่น คือ 50-90 ไมครอน ลูกปลาเฉา คือ 90-150 ไมครอน และลูกปลาซ่งคือ 150-270 ไมครอน

ดาราวรรณ (2538) ทำการศึกษาการอนุบาลลูกปลาม้าด้วยอาหารธรรมชาติ ได้แก่ โรติเฟอร์ ไรแดง และอาร์ทีเมีย พบว่า ขนาดอาหารที่เหมาะสมสำหรับลูกปลาในแต่ละช่วงอายุที่ทำการอนุบาล คือ 20-50 เปอร์เซ็นต์ของขนาดปากลูกปลา

สุขใจและคณะ (2546) ได้ศึกษาการเจริญและการพัฒนาของตัวอ่อนและปลาวัยอ่อนในปลาการ์ตูนอานม้า พบว่าลูกปลาการ์ตูนอานม้าทันทีที่ฟักออกจากไข่สามารถขยับปากไปมาได้ เนื่องจากปริมาณไข่แดงมีจำนวนไม่มากนักเมื่อเทียบกับปลาชนิดอื่น โดยอ้างถึงการศึกษาของ Delsman (1930) ซึ่งรายงานว่า ทันทีที่ลูกปลาการ์ตูนเพอร์คูล่า ฟักออกจากไข่ ถุงไข่แดงและ oil globule จะถูกดูดซึมไปจนหมด ลูกปลาจึงกินอาหารทันที ซึ่งต่างจากลูกปลาบางชนิด ที่พบว่าเมื่อออกจากไข่ปากจะปิดสนิทและใช้ไข่แดงเป็นแหล่งอาหารก่อนในช่วงแรก จนกระทั่งปริมาณไข่แดงลดลงหรือหมดไป

การใช้อาหารในการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนแรกฟัก อุ่นจิต (2537) กล่าวว่าลูกปลาแรกเกิดจะไม่กินอาหารที่ไม่มีชีวิต ลูกปลามีขนาดความยาวมาตรฐาน (SL) 2.71 มม. ขนาดของอาหารที่ให้ไม่ควรมีความกว้างเกินกว่า 5 % ของความยาวลูกปลา พบว่าโรติเฟอร์ *Brachionus plicatilis* ซึ่งมีความกว้างของตัวประมาณ 100 ไมครอน และความยาวของลำตัว 250 ไมครอน (Moe, 1989) เป็นอาหารที่เหมาะใช้เลี้ยงลูกปลาในระยะแรก การทดลองเลี้ยงได้ให้โรติเฟอร์ในปริมาณค่อนข้างหนาแน่นประมาณ 5-6 ตัวต่อน้ำที่เลี้ยง 1 มิลลิลิตร (เนื่องจากการมองเห็นเหยื่อของลูกปลายังไม่ดีและการว่ายน้ำยังช้ามาก) จำนวนโรติเฟอร์ที่ให้ใน 1 วันประมาณ 1,000 มิลลิลิตร และอ้างถึง Moe (1982) ซึ่งกล่าวว่าการเลี้ยงลูกปลาควรจะให้โรติเฟอร์ 3-8 ตัวต่อน้ำที่เลี้ยง 1 มิลลิลิตร จากการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้โรติเฟอร์เป็นอาหารสำหรับปลาการ์ตูนส้มขาวแรกฟัก เมื่อลูกปลาอายุประมาณ 7-8 วัน เริ่มให้อาร์ทีเมียแรกฟัก จนกระทั่งลูกปลามีอายุ 14 วัน จึงหยุดให้โรติเฟอร์เป็นอาหารและใช้อาร์ทีเมียแรกฟักเป็นอาหารเพียงอย่างเดียว

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ (2550) และสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล (2550)อนุบาลปลาการ์ตูนโดย ปลาอายุแรกฟักถึง 7-10 วัน ใช้โรติเฟอร์เป็นอาหาร ความหนาแน่น 5-15 ตัว/มิลลิลิตร พร้อมกับเติมคลอเรลล่าให้มีสีเขียวอ่อน ๆ เพื่อเป็นอาหารของโรติเฟอร์ ควรเช็คความหนาแน่นของโรติเฟอร์วันละ 2-3 ครั้ง เริ่มฝึกให้กินอาร์ทีเมียแรกฟักเมื่ออายุ 5 วัน เมื่อลูกปลากินอาร์ทีเมียได้ดีแล้วจึงหยุดให้โรติเฟอร์

Allen (1972) กล่าวว่า ลูกปลาในช่วงสองวันแรกถูกเลี้ยงด้วยส่วนผสมของ tetramarine และ tetramin-E ซึ่งเป็นอาหารปลาสูตรสำเร็จจากเยอรมันที่มีขายทั่วไป นำมาทำให้ละเอียดโดยการผสมน้ำทะเลแล้วบดในเครื่องปั่น ก่อนแช่ในตู้เย็น ส่วนผสมดังกล่าวนี้จะใช้ได้ประมาณ 2 ถึง 3 วัน หรืออาจจะผสม ปลา เนื้อปู หอยแมลงภู่ กุ้ง หัวใจวัว ตับปลา สาหร่าย แป้งสาลี แป้งข้าวโอ๊ต และไข่แดง ฯลฯ ลูกปลาการ์ตูนแรกเกิดมีขนาดเล็กเกินไปที่จะกินอาร์ทีเมียแรกฟักได้ แต่อาร์ทีเมียเป็นที่นิยมใช้กับลูกปลาที่มีอายุประมาณ 3 วัน โดยให้วันละ 2 ครั้งและเสริมด้วยอาหารเหลว ซึ่งขัดแย้งกับอุ่นจิต (2537) กล่าวไว้

ความสำคัญของแสงกับการอนุปลาวัยอ่อน

แสง (Light) คือการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นที่สายตามนุษย์มองเห็น หรือบางครั้งอาจรวมถึงการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ รังสีอินฟราเรด ถึง รังสีอัลตราไวโอเลตด้วย โดยคุณสมบัติพื้นฐานของแสง รวมถึงของการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าทุกช่วงคลื่นได้แก่ ความเข้มแสง ความถี่ โพลาไรเซชัน เป็นต้น

ความเข้มแสง (Light intensity) คือ ความสว่าง (luminance) ซึ่งปรากฏแก่สายตามนุษย์ในรูปความสว่างของแสง มีหน่วยเป็นลักซ์

ความถี่ หรือความยาวคลื่น ซึ่งปรากฏแก่สายตามนุษย์ในรูปสีของแสง โดย ความยาวคลื่นที่แตกต่างกันนั้น จะถูกตรวจจับได้ด้วยดวงตาของมนุษย์ ซึ่งจะแปลผลด้วยสมองของมนุษย์ให้เป็นสีต่างๆ ในช่วง สีแดงซึ่งมีความยาวคลื่นยาวสุด (ความถี่ต่ำสุด) ที่มนุษย์มองเห็นได้ ถึงสีม่วง ซึ่งมีความยาวคลื่นสั้นสุด (ความถี่สูงสุด) ที่มนุษย์มองเห็นได้ ความถี่ที่อยู่ในช่วงนี้ จะมีสีส้ม, สีเหลือง, สีเขียว, สีน้ำเงิน และ สีคราม

โพลาไรเซชัน มุมการสั่นของคลื่นแสง ซึ่งโดยปกติมนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้

ความสำคัญของแสงต่อพฤติกรรมของปลา เป็นปัจจัยที่มีทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการดำรงชีวิตของปลา โดยในปลาส่วนใหญ่ แสงมีความสำคัญช่วยในการมองเห็นสำหรับกิจกรรมต่างๆ เช่น ว่ายน้ำ หนีผู้ล่า ล่าเหยื่อ รวมกลุ่ม นอกจากนี้แสงยังมีผลต่อกระบวนการเผาผลาญพลังงาน การเจริญเติบโต การปรับสีของปลา ซึ่งในปลาแต่ละชนิดมีการต้องการแสงที่ต่างกัน

ส่วนความเข้มแสงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งสำหรับการมองเห็นสำหรับการจับเหยื่อกินของปลาวัยอ่อนในช่วงอนุบาล ซึ่งมีการศึกษาในปลาหลายชนิด เนื่องจากพฤติกรรมและถิ่นที่อยู่อาศัยของปลาแต่ละชนิดต่างกัน จึงทำให้ความต้องการความเข้มแสงสำหรับการอนุบาลปลาวัยอ่อนต่างกัน อย่างไรก็ตามยังไม่เคยมีการศึกษาระดับความเข้มแสงสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง

ลูกปลาวัยอ่อนแต่ละชนิดมีความต้องการความเข้มแสงที่ต่างกันสำหรับการพัฒนาร่างกายและการเจริญเติบโต (ตารางที่ 4) ซึ่งขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการดำรงชีวิต แหล่งที่อยู่อาศัย ความลึก

และความขุ่นใสของน้ำ ฯลฯ สำหรับปลาบางชนิดเท่านั้นที่สามารถดำรงชีวิตได้ดีในความเข้มแสงต่ำ (Blaxter, 1975) ส่วนมากกลุ่มปลาที่ดำรงชีวิตในน้ำขุ่นบริเวณปากแม่น้ำ เช่น ลูกปลา Harring (*Clupea harengus*) ซึ่งเป็นปลาที่ว่ายน้ำเร็วและอาศัยอยู่ในน้ำที่ขุ่น ไม่มีแสงส่องถึงอยู่ตลอดเวลา (Batty *et al*., 1986)

ตารางที่ 4 ความเข้มแสงต่ำสุดที่เหมาะสำหรับปลาวัยอ่อนชนิดต่างๆ

Intensity (Lux)	Species
< 1	herring
1	striped bass
1-10	halibut
50	arctic charr
50-150	Githead seabream
200-600	Atlantic salmon
350	Southern flounder
1,000	rabbitfish

ที่มา: Boeuf and Bali (1999)

สำหรับลูกปลา seabream มีความต้องการช่วงแสงอยู่ในช่วง 600-1200 ลักซ์ สำหรับการเจริญเติบโต (Tandler and Mason, 1983) ส่วนลูกปลา European sea bass ต้องการความเข้มแสงที่ 600 ลักซ์(Barahona-Fernandes, 1979)

Boeuf and Bali (1999) กล่าวถึงความสำคัญของความเข้มแสงสำหรับลูกปลาวัยอ่อนว่า ความเข้มแสงมีอิทธิพลต่อการมองเห็นโดยตรงและมีความสำคัญอย่างมากต่อการจับเหยื่อ เลือกเหยื่อเป็นอาหาร และการหลบหลีกผู้ล่า โดยความเข้มแสงที่น้อยที่สุดสำหรับการมองเห็นจะเป็นจุดเริ่มต้นในกิจกรรมการล่าเหยื่อ หากน้อยกว่านี้จะทำให้จับเหยื่อได้น้อยลงและตายหลังจากไข่แดงหมด ยิ่งกว่านั้นการให้อาหารในการอนุบาลลูกปลาวัยอ่อนต้องคำนึงถึงความเข้มแสงด้วย

Daniels and Hodsin (1990) ได้ศึกษาความเข้มแสงต่ออัตรารอดและความเจริญเติบโตของปลา southern flounder (*Paralichthys lethostigma*) พบว่าช่วงความเข้มแสงที่ 340-1,600 ลักซ์ ไม่มีผลความแตกต่างทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95 % ต่อมา Denson and Smith (1997) ได้ศึกษาในปลาชนิดนี้ในช่วงความเข้มแสง 457-1,362 ลักซ์ โดยผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาข้างต้น และพบว่าลูกปลาที่ศึกษามีการปรับเม็ดสี (pigmentation) ที่มีรูปแบบต่างกันในช่วงระยะสุดท้ายของวัยอ่อน (post-metamorphosis larva)

Arvedlund *et al*. (2000) ได้ศึกษาช่วงเวลาให้แสงต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลาการ์ตูนมะเขือเทศ (*A. melanopus*) โดยออกแบบการทดลองให้มี 3 ชุดการทดลอง และใช้หลอดไฟขนาด 40 วัตต์ เป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งมีดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 ช่วงให้แสง 12 ชั่วโมงและช่วงเวลามืด 12 ชั่วโมง ชุดการทดลองที่ 2 ช่วงให้แสง 16 ชั่วโมงและช่วงเวลามืด 8 ชั่วโมง และชุดการทดลองที่ 3 ช่วงให้แสง 24 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า ชุดการทดลองที่ 2 ลูกปลามีความยาวเหยียดและอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ตู้กระจกขนาด 25 ลิตร จำนวน 12 ใบ
2. กล้องวัดความเค็ม
3. น้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพัน
4. อุปกรณ์ฟักไข่อาร์ทีเมีย
5. เครื่องให้อากาศ
6. กล้องจุลทรรศน์ พร้อมกล้องถ่ายรูป
7. อุปกรณ์วัดความยาว
8. เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ

วิธีการ

1. การเตรียมลูกพันธุ์ปลาการ์ตูนลายปล้อง

ลูกปลาสำหรับใช้ในการทดลองเป็นลูกปลาที่เกิดจากการวางไข่ของแม่ปลาที่มีน้ำหนัก 81.52 กรัม ความยาวเหยียด 14.5 เซนติเมตร และพ่อปลาที่มีน้ำหนัก 76.21 กรัม ความยาวเหยียด 13.45 เซนติเมตร จำนวน 1 คู่ ซึ่งเลี้ยงในบ่อเลี้ยงหอยมือเสือ ของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ หลังจากพ่อแม่ปลาวางไข่ประมาณ 7-8 วัน คัพภะของลูกปลามีการพัฒนาพร้อมที่จะฟักออกเป็นตัว โดยปกติไข่ปลาการ์ตูนจะฟักในช่วงไม่มีแสงสว่างเท่านั้นคือเวลาหลังพระอาทิตย์ตกดิน ประมาณ 18.30-19.00 น. ใช้ไฟฉายส่องบริเวณมุมใดมุมหนึ่งของบ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ เพื่อให้ลูกปลาจะว่ายเข้าหาแสง (Phototaxis) เพื่อมารวมกลุ่ม (Schooling) ใช้กระชอนตาละเอียดช้อนและใช้ภาชนะตักลูกปลาพร้อมน้ำทะเลโดยความระวังไม่ให้ลูกปลาสัมผัสอากาศหรือบอบช้ำได้

จากนั้นพักลูกปลาที่ได้ในถังขนาด 300 ลิตรเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ตักเฉพาะปลาที่แข็งแรงไม่บอบช้ำนำสู่ตู้ทดลอง เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนในการทดลอง

2. การเตรียมโรติเฟอร์

โดยเลี้ยงแบบเก็บเกี่ยว 50 % ดัดแปลงจาก ลัดดา (2543) วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและได้โรติเฟอร์คุณภาพดี โดยมีวิธีการเพาะเลี้ยงดังนี้ เพาะเลี้ยงคลอเรลลาในน้ำความเค็ม 15 ส่วนในพัน ให้ได้ความหนาแน่น 1×10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร นำคลอเรลลาที่ได้สู่ถังเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์ ใช้ความหนาแน่นเริ่มต้น 10-20 ตัวต่อมิลลิลิตร โดยเริ่มเพาะเลี้ยง 50 % ของถัง เมื่อโรติเฟอร์กินคลอเรลลาหมด เติมคลอเรลลา ลงในถังเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์อย่างต่อเนื่อง เมื่อความหนาแน่นของโรติเฟอร์เกิน 100 ตัวต่อมิลลิลิตร ให้เก็บเกี่ยว 50% ของปริมาตรการเลี้ยง โดยถ่ายน้ำออกครึ่งหนึ่ง กรองเอาโรติเฟอร์ไปใช้ จากนั้นเติม คลอเรลลาจนเต็มถังเท่าเดิม รุ่งขึ้นเก็บเกี่ยว 50% ของปริมาตรการเลี้ยง เติมคลอเรลลาอีกจนเต็มถังเท่าเดิม เมื่อโรติเฟอร์ลดจำนวนและมีไข่น้อยลง หรือถังเลี้ยงสกปรก จึงเก็บเกี่ยวทั้งหมด แล้วทำความสะอาดถังเพื่อเริ่มต้นการเลี้ยงใหม่ การเลี้ยงโรติเฟอร์วิธีนี้โรติเฟอร์จะเพิ่มจำนวนประมาณ 2 เท่าทุกวัน

3. การเตรียมอาร์ทีเมีย

การเพาะฟักไข่อาร์ทีเมียดัดแปลงจาก อนันต์และคณะ (2536)ใช้โหลแก้วใสทาสีทึบแสงเว้นบริเวณก้นโหล ปริมาตร 5 ลิตร เพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยว ใช้น้ำทะเลความเค็ม 15 ส่วนในพัน ใส่ไข่อาร์ทีเมีย 1 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ให้แสงสว่างด้วยหลอดฟลูออเรนเซนต์ 20 วัตต์ให้อากาศด้วยหัวทราย เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง การเก็บเกี่ยวตัวอ่อนอาร์ทีเมียด้วยวิธีใช้แสงล่อที่บริเวณก้นโหลแก้ว ตัวอ่อนจะมารวมกันบริเวณนี้ จากนั้นใช้สายยางดูดด้วยกาลักน้ำสู่กระชอนกรอง นำไปล้างด้วยน้ำเค็ม 15 ส่วนในพัน หลายครั้ง จากนั้นนำไปศึกษาและอนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องต่อไป

4. การเตรียมอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลอง

เป็นอาหารสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด ใช้อาหารที่มีสูตรสำหรับการเลี้ยงอนุบาลปลาทะเลโดยเฉพาะ นำมาบดและร่อนผ่านตะแกรงให้มีขนาดเหมาะสมกับขนาดปากของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน

5. การเตรียมน้ำสำหรับการทดลองและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

น้ำทะเลสำหรับการทดลองได้จากน้ำทะเลธรรมชาติ ผ่านการกรองทราย และเครื่องกรองน้ำขนาด 10 ไมโครเมตร เตรียมในบ่อขนาด 5 ตัน จำนวน 2 บ่อ และค่าคุณภาพน้ำสำหรับการทดลองและวิเคราะห์คุณภาพน้ำดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 รวมวิธีวิเคราะห์และคุณภาพน้ำสำหรับการทดลองที่ 1,2 และ 5

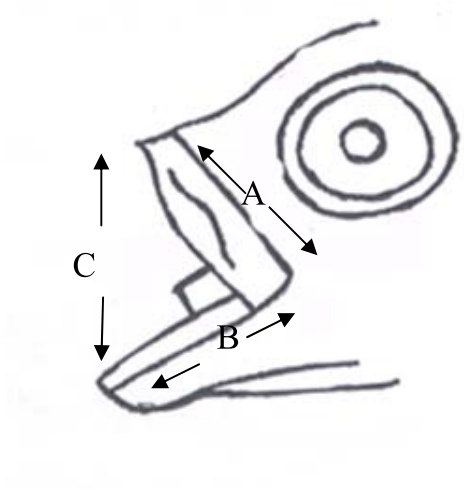
คุณภาพน้ำ	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 5	วิธีการวิเคราะห์
พีเอช	7.98	8.15	8.10	pH meter ของ YSI รุ่น 95
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	30	31	29.5	ปรอทวัดอุณหภูมิ
ความเค็ม (ส่วนในพัน)	29	29.5	29	กล้องวัดความเค็ม
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	5.65	5.42	5.35	DO meter ของ YSI รุ่น 95
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัม/ลิตร เทียบกับ $CaCO_3$)	128	115	142	Titration Method (APHA, 1995)
แอมโมเนีย (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.0392	0.0292	0.0569	Koroleff's Indophenol Blue Method (Grasshoff, 1976)
ไนไตรท์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.0105	0.0214	0.0090	Colorimetric Method (APHA, 1995)
ไนเตรท (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.0007	0.0170	0.0145	Cadmium Reduction Method (APHA, 1995)

การทดลอง

1. ศึกษาพัฒนาการและความความสัมพันธ์ระหว่างขนาดปากและขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารในการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน

เก็บรวบรวมลูกปลาการ์ตูนลายปล้องแรกฟักจากบ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ นำลูกปลาที่ได้อนุบาลในถังอนุบาลขนาด 300 ลิตร การอนุบาลลูกปลาวัยอ่อนโดยดัดแปลงจากวิธีของอุ่นจิต (2537) อนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องด้วยโรติเฟอร์ เป็นเวลา 7 วันแรกเท่านั้น และเริ่มให้ อาร์ทีเมียไปพร้อมกับโรติเฟอร์ ตั้งแต่วันที่ 4 หลังจากการฟัก ให้อาหารวันละ 2 มื้อ คือ 8.00 น.และ 16.00 น. จากนั้นเก็บตัวอย่างลูกปลาการ์ตูนลายปล้องหลังจากให้อาหารมื้อเย็น ประมาณ 15 นาที ทุกวัน วันละ 10 ตัว เริ่มตั้งแต่ลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุ 1 วันหลังจากฟัก จนถึงหมดระยะลูกปลาวัยอ่อน ดองในน้ำยาฟอร์มาลีน เข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นบันทึกรายละเอียดพัฒนาการของลูกปลาวัยอ่อนและวัดขนาดปากของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องโดยใช้วิธีของ Shirota (1970) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อคำนวณหาความกว้างของปากที่ 90 องศา (ภาพที่ 4) และวัดความยาวเหยียดของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องโดยวัดจากปลายจะงอยปากจนถึงปลายครีบหาง จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดปาก และความยาวเหยียดของลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง

ศึกษาขนาดของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนโดยนำตัวอย่างลูกปลาการ์ตูนลายปล้องที่นำมาวัดขนาดปากและความยาวเหยียด ผ่าท้องหาอาหารที่อยู่ ในกระเพาะอาหารของลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง ซึ่งจะมีโรติเฟอร์หรืออาร์ทีเมียที่ยังไม่ถูกย่อย และสามารถวัดความกว้างและความยาวเหยียด ของอาหารทั้ง 2 ชนิดที่พบในกระเพาะอาหาร ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความกว้างและความยาวของอาหารต่อขนาดปากลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน และหาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างและความยาวของอาหารต่อขนาดปากของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน



$$C^2 = A^2+B^2$$

ภาพที่ 4 การวัดขนาดปากปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน (ไมโครเมตร)

C = ความกว้างของปากปลาจากขากรรไกรบนถึงขากรรไกรล่าง

A = ความยาวของขากรรไกรบน

B = ความยาวของขากรรไกรล่าง

ที่มา: Shirota (1970)

2. ศึกษาความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง

เก็บรวบรวมลูกปลาการ์ตูนลายปล้องแรกฟักจากบ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ด้วยความระมัดระวังให้ลูกปลาบอบช้ำน้อยที่สุด จากนั้นพักลูกปลาที่ได้ในถังขนาด 300 ลิตรเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ตักเฉพาะปลาที่แข็งแรงไม่บอบช้ำนำสู่ตู้ทดลอง เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนในการทดลอง นำลูกปลาที่ได้อนุบาลในตู้ทดลอง อนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องในตู้ทดลองปริมาตรน้ำ 15 ลิตร ส่วนการให้อาหารนั้น ดัดแปลงจากวิธีการอนุบาลของอุ่นจิต (2537) อนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องด้วยโรติเฟอร์ เป็นเวลา 7 วันแรกเท่านั้น และเริ่มให้อาร์ทีเมียไปพร้อมกับโรติเฟอร์ ตั้งแต่วันที่ 4 หลังจากการฟัก ให้อาหารวันละ 2 มื้อ คือ 8.00 น.และ 16.00 น. มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน วันละ 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมด การทดลองภายใต้ความเข้มแสง 4 ระดับ โดยวัดกลางตู้ทดลองและเหนือผิวน้ำประมาณ 3 เซนติเมตร หาค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงใน 3 จุด โดยที่ตู้ทดลองที่แสงมีความเข้มแสงปกติกำหนดให้มีความเข้มแสงเท่ากับ 1,200 ลักซ์ และ ตู้ทดลองทึบแสง มีความเข้มแสงเท่ากับ 0 ลักซ์ นำข้อมูลดังกล่าว คำนวณหาระดับความเข้มแสงเป็น 4 ระดับ จะได้ระดับความเข้มแสงต่างกัน 400 ลักซ์ ดังนั้นสำหรับการทดลองในครั้งนี้แบ่งได้ 4 ระดับคือ 0, 400, 800 และ 1,200 ลักซ์ ตามลำดับ ควบคุมการให้ความเข้มแสงทุกชุดการทดลอง ใช้อุปกรณ์ปรับความสว่าง (Dimmer) เป็นตัวกำหนดความเข้มแสง วัดความเข้มแสงด้วยเครื่องวัดความสว่าง (Lux meter) ของ Extech รุ่น EA 30 มีหน่วยเป็น ลักซ์ โดยมีหลอดไฟสีขาวขนาด 40-80 วัตต์ เป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่าง ทดลองภายในห้องปฏิบัติการที่ปราศจากแสงสว่างจากภายนอกรบกวน กำหนดการให้แสงต่อวันโดยช่วงสว่างและช่วงมืด เท่ากับ 16 และ 8 ชั่วโมงตามลำดับ ทดลองอนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องจนกระทั่งหมดระยะลูกปลาวัยอ่อน (Larva) เข้าสู่ลูกปลาระยะวัยรุ่น (juvenile) ตามระยะเวลาของการทดลองที่ 1

วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยตลอด (Completely Randomized Design) ประกอบด้วยชุดการทดลอง (treatment) 4 ชุด แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ (replication) แต่ละซ้ำจะใช้ลูกปลาการ์ตูนลายปล้องแรกเกิด จำนวนซ้ำละ 50 ตัวดังต่อไปนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องด้วยความเข้มแสง 0 ลักซ์

ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องด้วยความเข้มแสง 400 ลักซ์

ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องด้วยความเข้มแสง 800 ลักซ์

ชุดการทดลองที่ 4 อนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องด้วยความเข้มแสง 1,200 ลักซ์

3. ศึกษาขนาดของอาหารที่ใช้สำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน

การศึกษานี้ต้องการทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดอาหารสำหรับอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับเป็นอาหารทางเลือกใหม่ในการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนต่อไป จากอาหารที่คาดว่านำมาใช้ในการอนุบาล 3 ชนิด คือ อาร์ทีเมียแรกฟัก โรติเฟอร์ และอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลาทะเล

ศึกษาขนาดของอาร์ทีเมียทำโดยการฟักตัวอย่างจากไข่อาร์ทีเมียจำนวน 1 กรัม ต่อน้ำทะเล 1 ลิตร ความเค็ม 15 ส่วนในพัน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้น ดูดเอาแต่ตัวอ่อนอาร์ทีเมียเพื่อวัดความยาวและความกว้างของลำตัว ทั้งสิ้น 30 ตัว

ส่วนการศึกษาขนาดของโรติเฟอร์ทำโดยการเก็บตัวอย่างโรติเฟอร์ จากส่วนเตรียมอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อน ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ เพื่อวัดความยาวและความกว้างของลำตัว ทั้งสิ้น 30 ตัว

สำหรับอาหารสำเร็จรูป นำมาบดให้ละเอียด ขนาดเหมาะสม ร่อนด้วยตะแกรงที่มีความถี่ใกล้เคียงกับขนาดปลาตามการทดลองที่ 1 จากนั้นตรวจสอบขนาดอาหารด้วยวิธีการวัดขนาดทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง

การศึกษาทำโดยศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อหาค่าเฉลี่ยความยาว และความกว้างของอาร์ทีเมีย โรติเฟอร์ และอาหารสำเร็จรูป

4. ศึกษาคุณค่าโภชนาการของอาหารสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง

การศึกษาครั้งนี้ต้องการทราบคุณค่าโภชนาการของ โรติเฟอร์ อาร์ทีเมียแรกฟัก และอาหารสำเร็จรูป ที่มีขนาดเหมาะสมตามผลการทดลองที่ 1 โดยดำเนินการดังนี้

เก็บตัวอย่างโรติเฟอร์โดยสูบน้ำออกผ่านถุงกรองขนาดตาประมาณ 63 ไมครอน โดยใช้ถุงกรองที่มีปลายเปิดทั้ง 2 ด้าน นำปลายด้านหนึ่งสวมเข้ากับท่อถ่ายน้ำของบ่อแล้วผูกให้แน่น ปลายอีกด้านหนึ่งรวบปากแล้วผูกให้แน่น แช่ถุงกรองไว้ในน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้โรติเฟอร์แห้งตาย เมื่อจำนวนโรติเฟอร์มากพอ เปิดถุงถ่ายโรติเฟอร์ลงในถัง เพื่อรวบรวมและนำสิ่งสกปรกต่างๆออก ทิ้งไว้ให้น้ำซึมออกให้มากที่สุด แต่ถ้าทิ้งไว้นานเกินไป โรติเฟอร์จะแห้งตาย จากนั้นนำโรติเฟอร์ที่ได้ใส่ถุงพลาสติก นำไปแช่ในตู้เย็นเพื่อทำให้โรติเฟอร์แข็งตัวอย่างรวดเร็ว โดยต้องทำถุงพลาสติกที่ใส่โรติเฟอร์ให้แบนมากที่สุด เพื่อโรติเฟอร์จะได้แข็งตัวพร้อมกันทั้งถุง

เก็บตัวอย่างอาร์ทีเมียจากไข่อาร์ทีเมียที่ทำการเพาะฟักเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้แสงช่วย เพื่อให้ตัวอ่อนอาร์ทีเมียรวมตัวที่บริเวณก้นโหลฟัก ใช้สายยางดูดด้วยกาลักน้ำ ผ่านกระชอนกรอง จากนั้นแช่อาร์ทีเมียในน้ำเค็มเพื่อป้องกันไม่ให้อาร์ทีเมียแห้งตาย เมื่อจำนวนอาร์ทีเมียมากพอ ยกกระชอนขึ้น ทิ้งไว้ให้น้ำซึมออกให้มากที่สุด แต่ถ้าทิ้งไว้นานเกินไป อาร์ทีเมียจะแห้งตาย จากนั้นนำอาร์ทีเมียที่ได้ใส่ถุงพลาสติก นำไปแช่ในตู้เย็นเพื่อทำให้อาร์ทีเมียแข็งตัวอย่างรวดเร็ว โดยต้องทำถุงพลาสติกที่ใส่อาร์ทีเมียให้แบนมากที่สุด เพื่ออาร์ทีเมียจะได้แข็งตัวพร้อมกันทั้งถุง โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้ ไข่อาร์ทีเมีย ตรา แมวน้ำ (SEAL) ของบริษัท โอเชี่ยน อาร์ทีเมีย จำกัด (Ocean Artemia CO.LTD)

เก็บอาหารสำเร็จรูปสำหรับปลาทะเล เป็นอาหารสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด ซึ่งมีวัตถุดิบอาหารดังนี้ โปรตีนจากสัตว์ทะเล โปรตีนจากพืช น้ำมันปลา เมล็ดธัญพืชป่น สาหร่าย ยีสต์ เลซิติน และสารถนอมคุณภาพอาหารสัตว์ เป็นต้น โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้อาหารสำหรับลูกปลาทะเล ตรา NRD ของบริษัท อินเว (ประเทศไทย) จำกัด

เมื่อได้ตัวอย่างอาหารทั้ง 3 ชนิด เพียงพอกับความต้องการ ซึ่งใช้ตัวอย่างแต่ละชนิดประมาณ 1 กิโลกรัม (น้ำหนักสดหลังจากแช่เย็นจนตัวอย่างแข็งตัวแล้ว) จึงทำการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของโรติเฟอร์ อาร์ทีเมียและอาหารสำเร็จรูป ทำการวิเคราะห์คุณค่าโภชนาการหยาบ

ได้แก่ พลังงาน โปรตีน ไขมัน กาก เถ้า และความชื้น โดยนำตัวอย่างไปวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารโดยวิธีทดสอบ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงวิธีวิเคราะห์คุณค่าโภชนาการ

รายการทดสอบ	วิธีการทดสอบ
พลังงาน	Compendium of Methods for Food Analysis (2000), Chapter 2 Page 18
โปรตีน	In house method based on AOAC (2000) 4.2.02 Chapter 4, Page 20
ไขมันรวม	Ether extraction on AOAC (2000) 4.5.01A chapter 4, Page 33
คาร์โบไฮเดรต	Compendium of Methods for Food Analysis (2000), Chapter 2 Page 2-9
ความชื้น	AOAC (2000) 930.15 Chapter 4, Page 2
เถ้า	AOAC (2000) 942.05 Chapter 4, Page 8

5. พัฒนาการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องด้วยอาหารทางเลือกใหม่

เก็บรวบรวมลูกปลาการ์ตูนลายปล้องแรกฟักจากบ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ด้วยความระมัดระวังให้ลูกปลาบอบช้าน้อยที่สุด จากนั้นพักลูกปลาที่ได้ในถังขนาด 300 ลิตรเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ตักเฉพาะปลาที่แข็งแรงไม่บอบช้านำสู่ตู้ทดลอง เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนในการทดลอง นำลูกปลาที่ได้อนุบาลในตู้ทดลอง อนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องในตู้ทดลองปริมาตรน้ำ 15 ลิตร ส่วนการให้อาหารนั้นตามรายละเอียดของชุดการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยตลอด (Completely Randomized Design) ประกอบด้วยชุดการทดลอง (treatment) 4 ชุด แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ (replication) แต่ละซ้ำจะใช้ลูกปลาการ์ตูนลายปล้องแรกเกิดอายุเท่ากัน จำนวนซ้ำละ 50 ตัว ดังต่อไปนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ไม่ให้อาหาร

ชุดการทดลองที่ 2 ให้โรติเฟอร์ช่วง 3 วันแรก ความหนาแน่น 5 ตัว/มิลลิลิตร/ครั้ง จากนั้นให้อาร์ทีเมียแรกฟักความหนาแน่น 5 ตัว/มิลลิลิตร/ครั้ง จนสิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาทีเมียแรกฟักช่วง 3 วันแรก ความหนาแน่น 5 ตัว/มิลลิลิตร/ครั้ง จากนั้นให้อาร์ทีเมียแรกฟักความหนาแน่น 5 ตัว/มิลลิลิตร/ครั้ง สิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารสำเร็จรูปช่วง 3 วันแรก0.5 กรัม/ ครั้งจากนั้นให้อาร์ทีเมียแรกฟักความหนาแน่น 5 ตัว/มิลลิลิตร/ครั้ง ฟักจนสิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ 5 ให้อาหารสำเร็จรูปอย่างเดียวจนสิ้นสุดการทดลอง
ปริมาณ 0.5 กรัม/ ครั้ง

โดยให้ความหนาแน่นของชนิดอาหารตามรายละเอียดในชุดข้อมูลการทดลองต่อปริมาตรน้ำทั้งหมดในการทดลอง ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง คือ 8.00 น. และ 16.00 น. มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน วันละ 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมด ทดลองอนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องจนกระทั่งหมดระยะลูกปลาวัยอ่อน (Larva) เข้าสู่ลูกปลาระยะวัยรุ่น (juvenile) ตามระยะเวลาของการทดลอง

ที่ 1 หากเกิดการตายของลูกปลาระหว่างการทดลองในแต่ละชุดการทดลอง จะนำซากปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนมาตรวจสอบอาหารในระบบทางเดินอาหาร ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

การบันทึกผลการทดลอง

บันทึกค่าเฉลี่ยของ อัตรารอดตาย น้ำหนักหลังการทดลอง ความยาวเหยียดหลังการทดลอง อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มมวลต่อวัน ดังนี้

1. อัตรารอดตายเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

   = (จำนวนปลาที่รอด / จำนวนปลาเมื่อเริ่มการทดลอง) x 100

2. น้ำหนักเฉลี่ยหลังการทดลอง (กรัม)

   = น้ำหนักรวมของปลาหลังจากการทดลอง/ จำนวนปลาหลังการทดลอง

3. ความยาวเหยียดเฉลี่ยหลังการทดลอง (มิลลิเมตร)

   = ผลรวมของความยาวเหยียดของปลาหลังการทดลอง/จำนวนปลาหลังการทดลอง

4. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลา (Specific growth rate) (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

   $$= \frac{(\ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น})}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}} \times 100$$

5. เปอร์เซ็นต์การเพิ่มมวลต่อวัน (Daily biomass increase) (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

   $$= \frac{\text{น้ำหนักปลาหลังการทดลอง-น้ำหนักปลาก่อนการทดลอง}}{\text{น้ำหนักปลาก่อนการทดลอง x จำนวนวันที่ทำการทดลอง}} \times 100$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ถดถอย (Regression analysis)

การทดลองที่ 2 และ 5 วิเคราะห์ความแตกต่างของแต่ละชุดการทดลองโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P<0.05$)

การทดลองที่ 4 คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแต่ละชนิด

สถานที่ดำเนินการทดลอง

ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำประดับ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ระยะเวลาการทดลอง

ตุลาคม 2550- มกราคม 2551

ผลและวิจารณ์

ผล

1.ศึกษาพัฒนาการและความความสัมพันธ์ระหว่างขนาดปากและขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารในการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน

ผลการศึกษาการพัฒนาการของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน ในบ่ออนุบาลทรงกลม ปริมาตรน้ำ 300 ลิตร โดยคุณภาพน้ำสำหรับนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม ดังตารางที่ 12 โดยลูกปลาการ์ตูนมีการพัฒนาร่างกายและมีจำนวนก้านครีบทุกครีบครบสมบูรณ์ในวันที่ 9 หลังจากฟัก และมีลายบนลำตัวเกิดขึ้นเหมือนตัวเต็มวันในวันที่ 12 หลังจากฟัก (ภาพที่ 5) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลูกปลาแรกฟัก รูปร่างยาว ความยาวเหยียด 3.73 $\pm$ 0.03 มิลลิเมตร หัวขนาดปานกลาง ตากลมใหญ่ ปากกว้าง ทางเดินอาหารขด ช่องทวารเปิดประมาณกึ่งกลางตัว จำนวนมัดกล้ามเนื้อหน้าช่องทวาร 10 มัด หลังช่องทวาร 14 มัด ครีบในแนวกลางตัวทั้งหมดเป็นเพียงแผ่นเนื้อเยื่อ ยังไม่ปรากฏก้านครีบ ยกเว้นบริเวณครีบหางเริ่มปรากฏการพัฒนาของก้านครีบหาง และกระดูก Epural และ Hypural บริเวณด้านล่างของกระดูกสันหลังข้อสุดท้าย (Urostyle) ครีบอกมีลักษณะเป็นแผ่นเนื้อเยื่อ (pectoral bud) จุดสีค่อนข้างน้อย พบกระจายบริเวณสมอง กระดูกกระพุ้งแก้ม ผิวด้านบนของทางเดินอาหาร และบริเวณกึ่งกลางด้านข้างของหาง จุดสีส่วนใหญ่เป็นรูปดาว

ลูกปลาอายุ 1 วัน ความยาวเหยียด 4.03 $\pm$ 0.09 มิลลิเมตร การพัฒนาของก้านครีบหางเพิ่มมากขึ้น เริ่มปรากฏ ฐานครีบหลังและครีบก้น ครีบอกยังไม่เกิดก้านครีบ จุดสีบริเวณสมองและทางเดินอาหารขนาดใหญ่ขึ้น เริ่มมีจุดสีบริเวณจะงอยปากและขากรรไกรล่าง จุดสีบริเวณกึ่งกลางด้านข้างของหางมีขนาดและจำนวนมากขึ้น

ลูกปลาอายุ 2 วัน ความยาวเหยียด 4.16 $\pm$ 0.08 มิลลิเมตร ฐานครีบหลังและครีบก้นพัฒนามากขึ้นแยกเป็นฐานของก้านครีบแต่ละอันชัดเจน เริ่มมีการสร้างก้านครีบอ่อนของครีบหลังและครีบก้น ก้านครีบหางตอนกลางพัฒนาจนถึงขอบของแผ่นเนื้อเยื่อบริเวณหาง กระดูก Urostyle เริ่ม

โค้งงอขึ้นด้านบน ครีบอกยังไม่เกิดก้านครีบ จุดสีบริเวณหัว ทางเดินอาหารและหาง เพิ่มจำนวนและขนาดมากขึ้น

ลูกปลาอายุ 3 วัน ความยาวเหยียด 4.33 ± 0.5 มิลลิเมตร ก้านครีบอ่อนของครีบหลังและครีบก้นพัฒนามากขึ้น ก้านครีบอ่อนของครีบหลัง ครีบหางและครีบก้นบริเวณตอนกลางเกิดขึ้นสมบูรณ์ กระดูก Urostyle โค้งงอขึ้นด้านบนเล็กน้อย เห็น กระดูก Epural และ Hypural ชัดเจน ครีบอกยังไม่เกิดก้านครีบ จุดสีบริเวณหัว ทางเดินอาหารและหาง ขยายขนาดมากขึ้น

ลูกปลาอายุ 4 วัน ความยาวเหยียด 4.93 ± 0.08 มิลลิเมตร ก้านครีบอ่อนของครีบหลังและครีบก้นพัฒนาสมบูรณ์ ก้านครีบหางเกิดขึ้นสมบูรณ์ เริ่มเกิดฐานครีบหลังส่วนหน้า และครีบท้องลักษณะเป็นปม (Pelvic bud) กระดูก Urostyle โค้งงอขึ้นด้านบน เห็น กระดูก Epural และ Hypural ชัดเจน ครีบอกยังไม่เกิดก้านครีบ จุดสีบนส่วนหัวเพิ่มจำนวนและขยายขนาดมากขึ้น จุดสีบริเวณทางเดินอาหารแผ่ขยายจนเกือบเต็มทางเดินอาหารส่วนบน จุดสีบริเวณกึ่งกลางด้านข้างของหางขยายขนาดมากขึ้น

ลูกปลาอายุ 5 วัน ความยาวเหยียด 5.43 ± 0.05 มิลลิเมตร ฐานครีบหลังส่วนหน้าพัฒนามากขึ้น และเริ่มมีการเกิดก้านครีบอ่อนของครีบอก จุดสีบนส่วนหัวเพิ่มจำนวนและขยายขนาดมากขึ้น จุดสีบริเวณด้านล่างของกระดูกกระพุ้งแก้มและขากรรไกรล่างมากขึ้น จุดสีแผ่ขยายเต็มทางเดินอาหารส่วนบนและมีจุดสีกระจายด้านล่างของทางเดินอาหาร จุดสีบริเวณกึ่งกลางด้านข้างของหางขยายขนาดมากขึ้น และส่วนใหญ่แตกแขนงเป็นกิ่งก้าน

ลูกปลาอายุ 6 วัน ความยาวเหยียด 5.85 ± 0.08 มิลลิเมตร ส่วนของแผ่นเนื้อเยื่อที่เชื่อมต่อระหว่างครีบหลัง ครีบก้นและครีบหางหายไป ครีบหางแยกออกจากครีบหลังและครีบก้น จุดสีบนส่วนหัวเพิ่มจำนวนและขยายขนาดมากขึ้น จุดสีบริเวณทางเดินอาหารแผ่ขยายเต็มทางเดินอาหาร จุดสีบริเวณกึ่งกลางด้านข้างของหางขยายขนาดโดยส่วนใหญ่แตกแขนงเป็นกิ่งก้าน และเชื่อมต่อกันจนเกือบเต็มด้านข้างของหางจากหลังช่องทวารจนถึงคอดหาง

ลูกปลาอายุ 7 วัน ความยาวเหยียด 6.24 ± 0.05 มิลลิเมตร ความหนาของตัวมากขึ้น ครีบหางแยกออกจากครีบหลังและครีบก้นอย่างชัดเจน ก้านครีบแข็งของครีบหลังมีจำนวนครบ 25 อัน แต่ยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ ก้านครีบอ่อนของครีบท้องพัฒนามากขึ้น จุดสีบริเวณสมองขยายขนาดจน

เกือบปกคลุมเต็มบริเวณสมอง จุดสีบริเวณทางเดินอาหารแผ่ขยายเต็มทางเดินอาหาร จุดสีบริเวณกึ่งกลางด้านข้างของหางเชื่อมต่อกันจนเกือบเต็มหาง

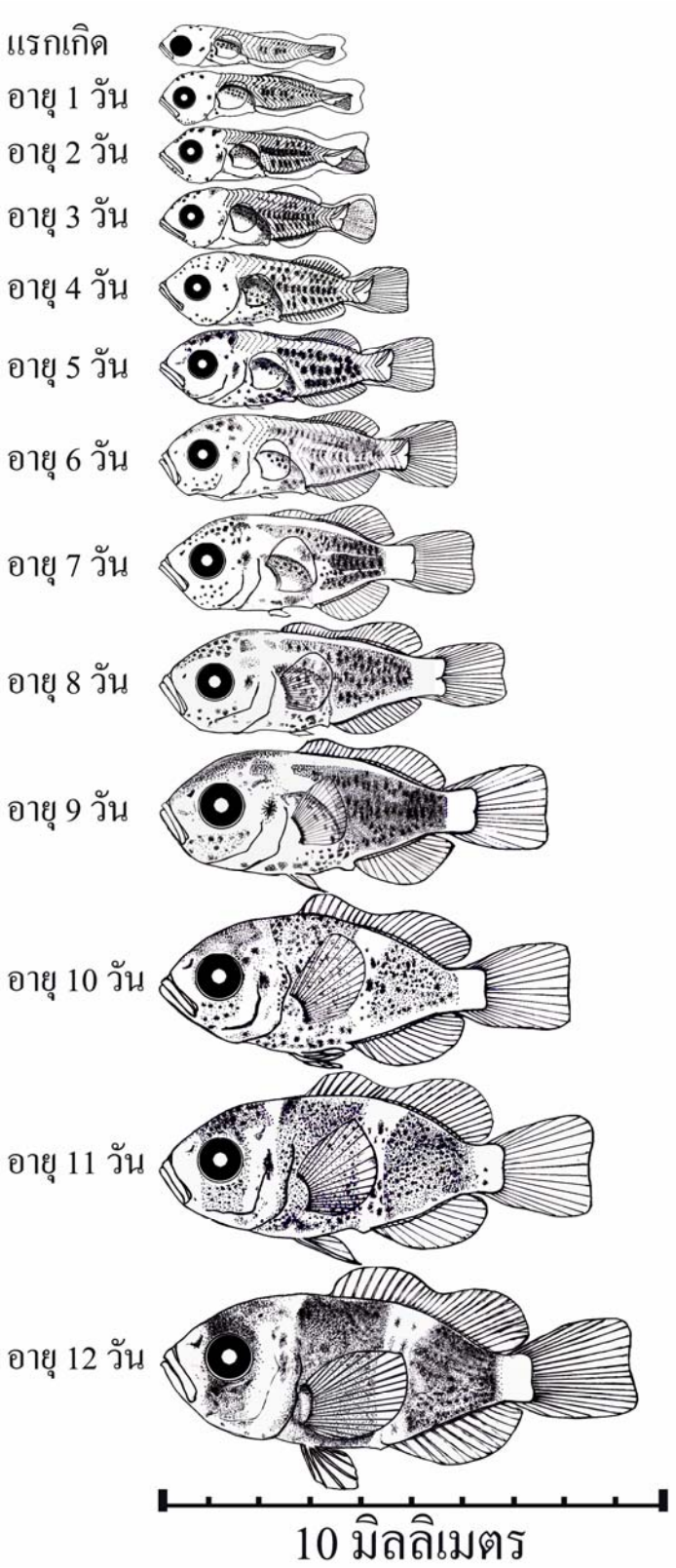
ลูกปลาอายุ 8 วัน ความยาวเหยียด 6.74 $\pm$ 0.13 มิลลิเมตร ก้านครีบแข็งของครีบหลัง ก้านครีบท้องและครีบอกพัฒนาสมบูรณ์ จุดสีบริเวณสมองขยายขนาดจนปกคลุมเต็มบริเวณสมอง จุดสีบริเวณทางเดินอาหารแผ่ขยายเต็มทางเดินอาหาร จุดสีบริเวณกึ่งกลางด้านข้างของหางเชื่อมต่อกันจนเต็มพื้นที่จากหลังช่องทวารจนถึงคอดหาง

ลูกปลาอายุ 9 วัน ความยาวเหยียด 7.72 $\pm$ 0.13 มิลลิเมตร ปลาวัยอ่อนมีลำตัวหนามากขึ้น การพัฒนาก้านครีบทั้งหมดเกิดขึ้นสมบูรณ์ จุดสีแผ่กระจายเต็มบริเวณสมอง คาง ทางเดินอาหาร ด้างข้างของหางจากช่องทวารจนถึงคอดหาง

ลูกปลาอายุ 10 วัน ความยาวเหยียด 8.05 $\pm$ 0.17 มิลลิเมตร ปลาวัยอ่อนมีลำตัวหนามากขึ้น การพัฒนาก้านครีบทั้งหมดเกิดขึ้นสมบูรณ์ ก้านครีบบริเวณต่างๆ ยาวขึ้น จุดสีเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เกิดลวดลายซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของปลาเต็มวัย

ลูกปลาอายุ 11 วัน ความยาวเหยียด 8.52 $\pm$ 0.19 มิลลิเมตร ปลาวัยอ่อนมีลำตัวหนามากขึ้นและมีความกว้างของส่วนลำตัวเพิ่มขึ้น การพัฒนาก้านครีบทั้งหมดเกิดขึ้นสมบูรณ์ จุดสีปรากฏเป็นลวดลายซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของปลาเต็มวัย คือบริเวณส่วนหน้าเกิดแถบสีดำพาดลูกตา เริ่มจากขอบตาด้านหน้าไปจนถึงเลยขอบตาด้านท้ายเล็กน้อย แถบต่อมาเกิดพาดกลางลำตัว เริ่มจากปลายแผ่นปิดเหงือกและสิ้นสุดก่อนถึงรูทวาร ส่วนแถบสุดท้ายเกิดพาดลำตัวเริ่มต้นระหว่างก้านครีบอ่อนของครีบก้นและสิ้นสุดปลายฐานครีบก้นและครีบหลัง แต่ลวดลายโดยเฉพาะบริเวณขอบยังไม่ชัดเจน

ลูกปลาอายุ 12 วัน ความยาวเหยียด 9.24 $\pm$ 0.25 มิลลิเมตร การพัฒนาก้านครีบทั้งหมดเกิดขึ้นสมบูรณ์และทำหน้าที่ได้คล้ายปลาเต็มวัย จุดสีปรากฏเป็นลวดลายซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของปลาเต็มวัยอย่างชัดเจน



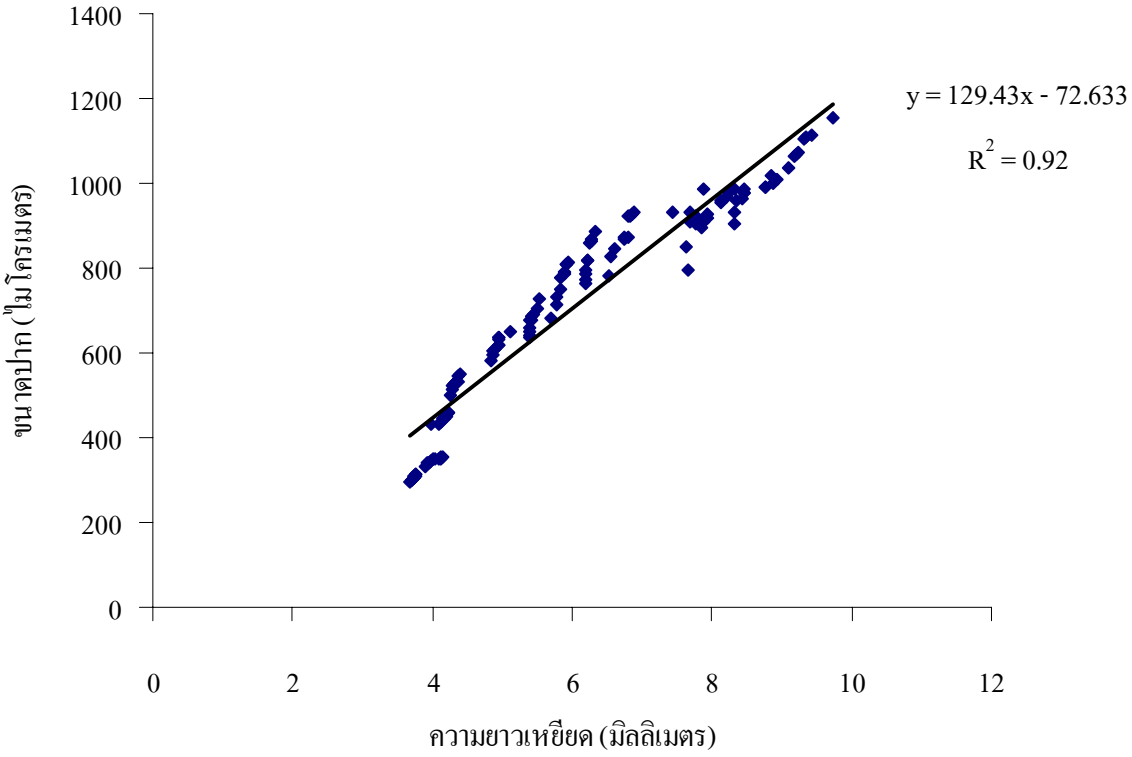
ภาพที่ 5 พัฒนาการของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน

จากการศึกษาขนาดปากปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนพบว่า เมื่อลูกปลามีอายุมากขึ้นขนาดปากของปลาจะมีขนาดกว้างขึ้นด้วย โดยลูกปลาแรกเกิดมีความกว้างของปาก 305.03 $\pm$ 5.85 ไมโครเมตร มีความกว้างของปากเพิ่มเป็น 1,073$\pm$0.05 ไมโครเมตร เมื่อลูกปลามีลักษณะคล้ายปลาเต็มวัยในวันที่ 12 หลังจากฟักจากไข่ โดยความกว้างของปากลูกปลาการ์ตูนลายปล้องเพิ่มขึ้นตามขั้นตอนการพัฒนา (ตารางที่ 1) และพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างขนาดปากและความยาวเหยียดของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนจากแรกฟักถึงวันที่ 12 หลังจากฟัก ดังสมการ (ภาพที่ 6) $y = 129.43x-72.63$; $R^2 = 0.92$ โดย y = ความกว้างของปากลูกปลา (ไมโครเมตร) x = ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร)

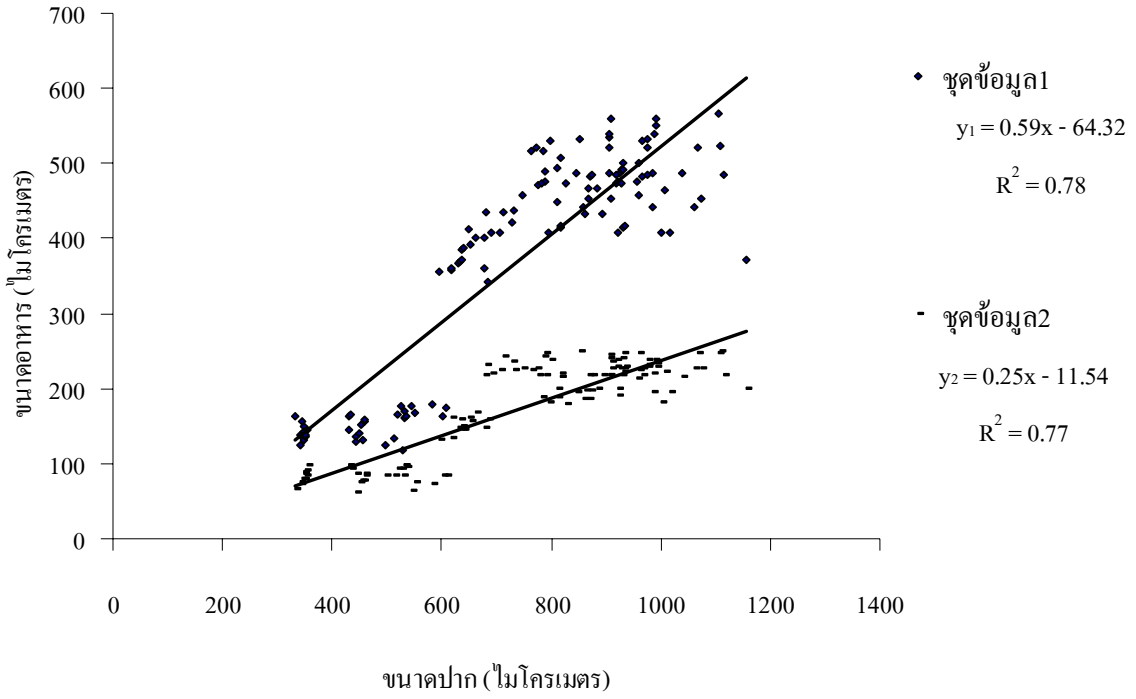
ผลของการศึกษาขนาดของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารหลังจากให้อาหาร 15 นาที พบว่า สภาพทั่วไปของอาหารที่พบในกระเพาะลูกปลายังไม่ถูกย่อย จึงสามารถทำการวัดขนาดได้ โดยอาหารที่พบในกระเพาะอาหารในการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องตั้งแต่วันที่ 1 หลังจากฟักถึงอายุ 12 วันหลังจากฟัก (ตารางที่ 7) ลูกปลาอายุ 3วันแรก พบซากโรติเฟอร์ในกระเพาะอาหาร โดยมีอัตราส่วนระหว่างความยาวและความกว้างของอาหารกับขนาดปากของลูกปลาสูงสุดในวันที่ 1 หลังจากฟัก เท่ากับ 41.12 % และ 23.51 % ตามลำดับ ส่วนการให้อาหารหลังจากวันที่ 4 หลังจากฟัก มีการให้อาร์ทีเมียแรกฟักเป็นอาหาร โดยที่พบอัตราส่วนระหว่างความยาวและความกว้างของอาหารกับขนาดปากของลูกปลาสูงสุดในวันที่ 6 หลังจากฟัก เท่ากับ 60.74 % และ 29.04 % ตามลำดับ และพบความความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของอาหารและขนาดปากของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน จากวันที่ 1 ถึงวันที่ 12 หลังจากฟัก ดังสมการ (ภาพที่ 7) $y_1 = 0.59x - 64.32$; $R^2 = 0.78$ โดย y_1 = ความยาวอาหาร และ x = ขนาดปาก ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของอาหารและขนาดปากของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน ดังสมการ $y_2 = 0.25x - 11.54$; $R^2 = 0.77$ โดย y_2 = ความกว้างของอาหาร และ x = ขนาดปาก

ตารางที่ 7 ความยาวเหยียด ขนาดปาก ความยาวของอาหารและความกว้างของอาหารที่พบในกระเพาะอาหาร ของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน (n = 10)

อายุ (วัน)	ความยาวเหยียด (mm.)	ขนาดปาก (μm)	ความยาวอาหาร (μm)	ความกว้างอาหาร (μm)	อัตราส่วนระหว่างความยาวต่อปากปลา (%)	อัตราส่วนระหว่างความกว้างต่อปากปลา (%)
แรกฟัก	3.73	305.03	-	-	-	-
1	4.03	346.43	142.32	81.57	41.12%	23.51%
2	4.16	446.02	147.71	82.77	33.15%	18.60%
3	4.33	528.03	155.89	85.97	29.48%	16.31%
4	4.93	617.41	310.81	128.34	50.05%	20.67%
5	5.43	675.42	390.46	181.81	57.86%	26.79%
6	5.85	766.43	465.08	221.19	60.74%	29.04%
7	6.24	822.75	458.54	210.31	56.00%	25.68%
8	6.74	877.54	482.44	204.98	55.10%	23.34%
9	7.72	905.04	489.52	223.41	54.44%	24.83%
10	8.05	941.14	470.43	225.44	50.00%	23.99%
11	8.52	969.98	511.98	230.80	52.83%	23.84%
12	9.24	1073.43	472.07	223.08	44.04%	20.79%



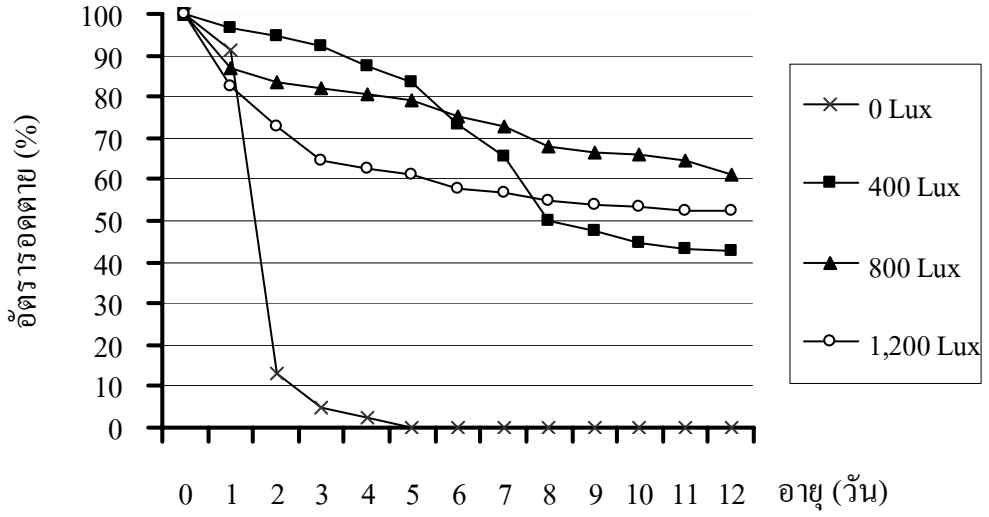
ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดปาก และความยาวเหยียด ของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน อายุแรกเกิดถึง 12 วันหลังจากฟัก โดยที่ขนาดปาก = y (ไมโครเมตร) และความยาวเหยียด = x (มิลลิเมตร)



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอาหารและขนาดปากของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน อายุ 1-12 วันหลังจากฟัก โดยที่ความยาวของอาหาร = y_1 (ไมโครเมตร), ความกว้างของอาหาร = y_2 (ไมโครเมตร) และขนาดปาก = x (ไมโครเมตร)

2. ศึกษาความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง

ผลของความเข้มแสงต่ออัตราการรอดตายของการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุ 12 วันหลังจากฟัก ซึ่งเป็นอายุที่ปลาการ์ตูนลายปล้องหมดระยะวัยอ่อนภายใต้ห้องทดลองที่พลางแสงมีความเข้มแสง 8.24±2.14 ลักซ์ ความเข้มแสงสำหรับการทดลองที่วัดได้จากชุดการทดลองที่ 1-4 เท่ากับ 0.58±0.43, 409.14±13.94, 816.58±19.74 และ 1,121.47±43.10 ลักซ์ ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าอัตราการรอดตายของลูกปลาในชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าลดลงและอัตรารอดเฉลี่ยเท่ากับ 0, 42.67±3.06, 61.33±9.02 และ 52.67±2.31 % ตามลำดับ (ตารางที่ 8) จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตรารอดตายของการทดลองนี้ด้วย Tuskey test พบว่าอัตรารอดตายของชุดการทดลองที่ 1 เท่ากับ 0 % (ภาพที่ 8) จึงมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับค่าเฉลี่ยของทุกชุดการทดลอง อัตราการรอดตายของลูกปลาในชุดการทดลองที่ 3 และ 4 มีอัตรารอดตายไม่ต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อัตราการรอดตายของลูกปลาในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีอัตรารอดตายต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) และอัตราการรอดตายของลูกปลาในชุดการทดลองที่ 2 และ 4 มีอัตรารอดตายไม่ต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก ความยาวเหยียด อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มมวลต่อวันของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนหลังจากการอนุบาลด้วยความเข้มแสงต่างกัน พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 8 อัตรารอดตายของปลาการ์ตูนลายปล้องที่อนุบาลด้วยความเข้มแสงต่างกัน

ตารางที่ 8 อัตรารอดตายเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ย ความยาวเหยียดเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มมวลต่อวัน ของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนในระดับความเข้มแสงต่างกัน

	ชุดการทดลอง			
	0 Lux	400 Lux	800 Lux	1,200 Lux
อัตรารอดตายเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	0	42.67±3.06[b]	61.33±9.02[a]	52.67±2.31[ab]
น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาก่อนการทดลอง (มิลลิกรัม)	0.5	0.5	0.5	0.5
น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาหลังการทดลอง (มิลลิกรัม)	ND	10.15±1.04[a]	11.82±1.74[a]	13.64±1.82[a]
ความยาวเหยียดเฉลี่ยเริ่มต้น(มิลลิเมตร)	3.73	3.73	3.73	3.73
ความยาวเหยียดเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง(มิลลิเมตร)	ND	9.11±0.69[a]	9.22±3.87[a]	9.31±0.59[a]
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลา (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	ND	25.06±0.83[a]	26.30±1.26[a]	27.50±1.12[a]
เปอร์เซ็นต์การเพิ่มมวลต่อวัน (เปอร์เซ็นต์)	ND	160.79±17.34[a]	188.74±28.95[a]	218.93±30.38[a]

หมายเหตุ อักษรต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$), ND = ไม่สามารถวัดได้

3. ศึกษาขนาดของอาหารที่ใช้สำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน

ขนาดของอาหารชนิดต่างๆ ที่คาดว่านำมาศึกษาอาหารทางเลือกใหม่สำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน ซึ่งลูกปลาวัยอ่อนแรกฟักมีขนาดปากเท่ากับ 305.03 ไมโครเมตร ดังนั้นก่อนการศึกษาขนาดของอาหารที่ใช้สำหรับการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนครั้งนี้ จึงต้องเตรียมอาหารสำเร็จรูปที่มีขนาดเล็กกว่า 305.03 ไมโครเมตร ซึ่งเตรียมโดยบดอาหารสำเร็จรูปที่นำมาศึกษาร่อนผ่านตะแกรง 200 ไมโครเมตรและ 100 ไมโครเมตร ตามลำดับ จะได้อาหารที่มีขนาด ประมาณ 100-200 ไมโครเมตร

ผลการศึกษาพบว่า (ตารางที่ 9) อาร์ทีเมียแรกฟัก มีขนาดความกว้างและความยาวที่สุด คือ 180.20±31.27 และ 428.22±55.52ไมโครเมตร ตามลำดับ โดยที่โรติเฟอร์และอาหารสำเร็จรูปมีความกว้างเท่ากับ 102.20±17.90 และ144.11±14.87 ไมโครเมตร ตามลำดับ ส่วนความยาวของโรติเฟอร์และอาหารสำเร็จรูป เท่ากับ 145.37±20.10 และ 171.11±18.60 ไมโครเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ขนาดของอาหารสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน

คุณสมบัติ	โรติเฟอร์	อาร์ทีเมียแรกฟัก	อาหารสำเร็จรูป
ความกว้าง (ไมโครเมตร)	102.20±17.90	180.20±31.27	144.11±14.87
ความยาว (ไมโครเมตร)	145.37±20.10	428.22±55.52	171.11±18.60

4. ศึกษาคุณค่าโภชนาการของอาหารสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง

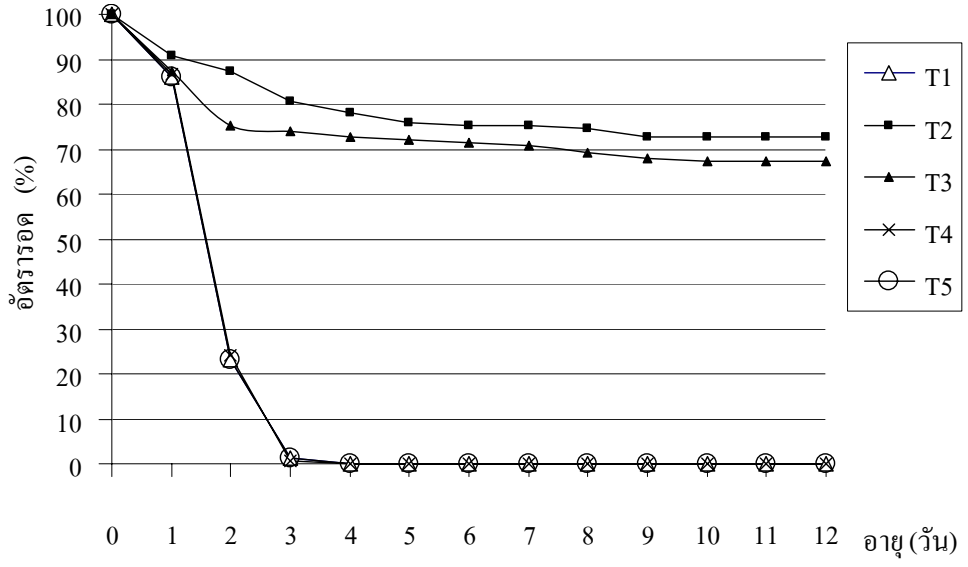
ผลการศึกษาคุณค่าของอาหารแห้งทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 10) พบว่า อาหารสำเร็จรูปมีพลังงาน คาร์โบไฮเดรต และความชื้นอาหารแห้งสูงสุด คือ 376.3±7.12 กิโลแคลลอรี่/100 กรัม, 17.55±1.04 และ 5.55±0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยที่อาร์ทีเมียแรกฟักมีปริมาณไขมันรวมสูงกว่าอาหารชนิดอื่นคือ 18.50±0.74 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโรติเฟอร์มีปริมาณโปรตีน และเถ้าสูงกว่าอาหารชนิดอื่น คือ 65.30±1.03 และ 12.77±0.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 10 คุณค่าโภชนาการของอาหารสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง

คุณสมบัติ	โรติเฟอร์	อาร์ทีเมียแรกฟัก	อาหารสำเร็จรูป
ความชื้นอาหารเปียก (%)	89.40±2.60	90.54±2.63	-
พลังงาน (กิโลแคลลอรี่/100 กรัม)	354.46±34.21	286.42±28.62	376.30±7.12
โปรตีน (%)	65.30±1.03	55.34±2.52	58.30±0.93
ไขมันรวม (%)	10.30±0.75	18.50±0.74	8.12±0.18
คาร์โบไฮเดรต (%)	7.21±0.80	15.64±2.35	17.55±1.04
ความชื้นอาหารแห้ง (%)	4.34±0.79	3.35±0.89	5.55±0.17
เถ้า (%)	12.77±0.46	7.13±1.00	10.50±0.77

5. พัฒนาการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องด้วยอาหารทางเลือกใหม่

ผลของอาหารทางเลือกใหม่สำหรับอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน ภายใต้ความเข้มแสง 800 ลักซ์ ซึ่งเป็นระดับความเข้มแสงที่ให้อัตรารอดตายสูงสุดตามการทดลองข้างต้น ตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุ 12 วันหลังจากฟักซึ่งเป็นอายุที่ปลาการ์ตูนลายปล้องหมดระยะวัยอ่อน พบว่าอัตราการรอดตายของลูกปลาในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 เท่ากับ 72.67$\pm$0.02 และ 66$\pm$1.73 % ตามลำดับ (ตารางที่ 11) ส่วนชุดการทดลองที่ 1, 4 และ 5 มีอัตรารอดตายเท่ากับ 0 % ตั้งแต่ลูกปลาอายุ 4 วัน (ภาพที่ 9) และไม่สามารถนำข้อมูลในชุดการทดลองดังกล่าวร่วมวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ดังนั้นจึงเปรียบเทียบเฉลี่ยของอัตรารอดของชุดทดลองที่ 2 และ 3 ด้วย t-test พบว่า อัตรารอดตายของชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความยาวเหยียด อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มมวลต่อวันของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนหลังจากการอนุบาลด้วยอาหารทางเลือกใหม่ พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)



ภาพที่ 9 อัตรารอดตายของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอาหารทางเลือกใหม่

โดยที่ T1 = ไม่ให้อาหาร T2 = โรติเฟอร์+อาร์ทีเมียแรกฟัก

T3 = อาร์ทีเมียแรกฟัก T4 = อาหารสำเร็จรูป

T5 = อาหารสำเร็จรูป+อาร์ทีเมีย

ตารางที่ 11 อัตรารอดตายเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ย ความยาวเหยียดเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มมวลต่อวัน ของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยอาหารทางเลือกใหม่

	ชุดการทดลอง				
	1	2	3	4	5
อัตรารอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	0	72.67±0.02	66±1.73	0	0
น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาก่อนการทดลอง (มิลลิกรัม)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาหลังการทดลอง (มิลลิกรัม)	ND	10.93±0.65	12.74±1.28	ND	ND
ความยาวเหยียดเฉลี่ยเริ่มต้น (มิลลิเมตร)	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73
ความยาวเหยียดเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง(มิลลิเมตร)	ND	9.15±0.68	9.44±0.74	ND	ND
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลา (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	ND	25.7±0.49	26.8±0.93	ND	ND
เปอร์เซ็นต์การเพิ่มมวลต่อวัน (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	ND	173.92 ±10.79	202.13±22.56	ND	ND

หมายเหตุ ND = ไม่สามารถวัดได้

วิจารณ์

1. ศึกษาพัฒนาการและความความสัมพันธ์ระหว่างขนาดปากและขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารในการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน

ระยะปลาวัยอ่อนคือช่วงเวลาในการพัฒนาของปลาหลังจากออกจากไข่ จนถึงระยะวัยรุ่น (juvenile) ซึ่งมีรูปร่างและลักษณะภายนอกคล้ายปลาเต็มวัย แต่ระบบสืบพันธุ์ ยังไม่สมบูรณ์ อภิชาต (2546) แบ่งระยะต่างๆของลูกปลาวัยอ่อนหลังจากฟักจากไข่จนมีการพัฒนาสูญเสียลักษณะลูกปลาวัยอ่อน เป็น 3 ระยะ คือ ระยะลูกปลาวัยอ่อนที่ยังมีถุงอาหารสำรองปรากฏอยู่ (York sac larva stage) ต่อมาเป็นลูกปลาวัยอ่อนระยะแรก (Prolarva stage) ซึ่งเป็นระยะที่ ถุงไข่แดงยุบหมดแล้วลูกปลาจะเริ่มกินอาหาร และสิ้นสุดระยะนี้เมื่อกระดูกปลายหาง (Urostyle) ได้โค้งงอขึ้นไป (Flexion) จากนั้นระยะหลัง (Post larval stage) ซึ่งมีการสร้างกระดูก Epural และ Hypural เสริมความแข็งแรงของหาง มีการพัฒนาสร้างมัดกล้ามเนื้อ ครีบต่างๆ และมีการพัฒนาอวัยวะต่างๆครบแล้ว ก่อนจะมีการเปลี่ยนรูปร่าง (Metamorphosis) สูญเสียลักษณะของลูกปลาวัยอ่อนไปเป็นรูปร่างของลูกปลาวัยรุ่น (Juvenile) ต่อไป

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าลูกปลาการ์ตูนลายปล้องแรกฟักมีความยาวเหยียด 3.73$\pm$0.03 มิลลิเมตร มีขนาดใกล้เคียงกับสกุลเดียวกัน คือ ปลาการ์ตูนส้มขาว (อุ่นจิต, 2537) และปลาการ์ตูนอานม้า (สุขใจและคณะ, 2546) ซึ่งมีขนาดเท่ากับ 3.58 และ 3.80 มิลลิเมตรตามลำดับ ปากสามารถขยับได้ มีถุงไข่แดงไม่มาก การศึกษาในปลาการ์ตูนเพอร์คูล่า(Gordon and Hecth, 2002) พบว่าลูกปลาที่ฟักออกจากไข่ มีถุงไข่แดงและ oil globule น้อยมาก ลูกปลาสามารถกินอาหารได้ทันที ส่วนลูกปลาสลิดหินวัยอ่อนชนิด *Chromis chromis*, *C. dispilus* และ *Pomacenthus amboinensis* ซึ่งเป็นปลาในครอบครัว Pomacentridae เช่นเดียวกับปลาการ์ตูน ลูกปลาดังกล่าวมีความยาวเหยียดเท่ากับ 2.8, 2.9 และ 2.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Kingsford, 1985; Murphy *et al*, 2007) และแรกเกิดลูกปลาทั้งสามชนิดนี้ยังไม่มีการพัฒนาช่องปาก มีไข่แดงปริมาณมากกว่า แต่ลูกปลาสลิดหินวัยอ่อนในสกุล *Abudefduf* มีความยาวเหยียดประมาณ 3.2 มิลลิเมตร ซึ่งไม่ต่างกับลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อน (Allen ,1972)

ปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนมีการพัฒนา เป็นลูกปลาระยะแรกที่ยังมีถุงอาหารสำรอง (Yolk sac larva) ปรากฏเพียงไม่นาน เนื่องจากลูกปลาการ์ตูนทั่วไปสามารถกินอาหารได้หลังจากฟักออกจากไข่ (Allen ,1972) และพัฒนาเป็นปลาวัยอ่อนระยะแรก ลูกปลาเริ่มกินอาหารไม่นาน

หลังจากฟักจนกระทั่งวันที่ 2 ซึ่งกระดูก Urostyle งอขึ้นด้านบน หลังจากวันที่ 2 และสิ้นสุดในวันที่ 4 ปลาการ์ตูนวัยอ่อนมีการพัฒนาครีบและก้านครีบต่างๆ จนสมบูรณ์ รูปร่างเปลี่ยนแปลงจากวัยอ่อน อวัยวะส่วนต่างๆทำงานอย่างสัมพันธ์กันในวันที่ 9 นับได้ว่าสูญเสียลักษณะของลูกปลาวัยอ่อนไปเป็นรูปร่างของลูกปลาวัยรุ่น (Juvenile) และลูกปลามีการพัฒนาสืบริเวณลำตัวต่อไปจนกระทั่งลวดลายคล้ายตัวเต็มวัยในวันที่ 12 ซึ่งใกล้เคียงกับในลูกปลาการ์ตูนส้มขาววัยอ่อน จะมีการพัฒนาครีบต่างๆเจริญเต็มที่ เมื่ออายุ 12 วัน แต่ลวดลายของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวขึ้นสมบูรณ์เหมือนตัวเต็มวัยเมื่ออายุ 23 วัน (อุ่นจิต, 2537) ส่วนในลูกปลาการ์ตูนอานม้าวัยอ่อนจะมีการพัฒนาครีบทุกส่วนทำงานสมบูรณ์สามารถควบคุมทิศทางและมีรูปร่างคล้ายปลาการ์ตูนอานม้าเต็มวัยเมื่ออายุ 13 วัน แต่ลวดลายของลูกปลาการ์ตูนอานม้าขึ้นสมบูรณ์เหมือนตัวเต็มวัยเมื่ออายุ 24 วัน ส่วนปลาการ์ตูนเพอร์คูล่าที่ได้จากการเพาะพันธุ์ ลวดลายที่เกิดขึ้นสมบูรณ์เหมือนตัวเต็มวัยอายุประมาณ 2-6 เดือนขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย (สหภพ และ พรรษา, 2550) ลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนจากการศึกษาครั้งนี้ หมดระยะลูกปลาวัยอ่อนเข้าสู่ลูกปลาวัยรุ่นเมื่อวันที่ 9 หลังจากฟัก และลูกปลาวัยรุ่นมีลวดลายเหมือนปลาเต็มวัยเมื่อวันที่ 12 หลังจากฟัก

ผลการศึกษาขนาดปากและความยาวเหยียดของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องมีความสัมพันธ์กันดังสมการ $y = 129.43x-72.63$; $R^2 = 0.92$ โดย y = ความกว้างของปากลูกปลา (ไมโครเมตร) x = ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร) สอดคล้องกับผลการศึกษาในปลาทะเลของ Krebs and Turingan (2003) ได้ศึกษาในลูกปลา Red Drum (*Sciaenops ocellatus*) และ Wainwright and Richard.(1995) ได้ศึกษาในปลาทะเลอีกหลายชนิด พบว่าขนาดของปากมีความสัมพันธ์กับความยาวเหยียดของลูกปลาเมื่อลูกปลามีขนาดโตขึ้น ส่วนความความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของอาหารและขนาดปากของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน จากวันที่ 1 ถึงวันที่ 12 หลังจากฟัก ดังสมการ $y_1 = 0.59x - 64.32$; $R^2 = 0.78$ โดย y_1 = ความยาวอาหาร และ x = ขนาดปาก ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของอาหารและขนาดปากของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน ดังสมการ $y_2= 0.25x - 11.54$; $R^2 = 0.77$ โดย y_2 = ความกว้างของอาหาร และ x = ขนาดปาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในปลาหางนกยูง ของบุษกร (2543) พบว่า มีการกระจายตัวของขนาดอาหารเพิ่มขึ้นตามขนาดของปากปลาที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าลูกปลามีการเลือกกินอาหารขนาดแตกต่างกัน แสดงว่าลูกปลาในช่วงแรก กินอาหารขนาดเล็กได้ดีคือโรติเฟอร์ แต่เมื่อปลาการ์ตูนมีอายุมากขึ้นควรปรับเปลี่ยนอาหารให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อเป็นไปตามความต้องการของลูกปลา

ลูกปลาอายุ 6 วัน สามารถกินอาหารได้ที่มีความกว้างของลำตัวได้สูงสุด 29.04 % ของปากปลา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ดาราวรรณ (2538) พบว่าขนาดของอาหารธรรมชาติที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาม้าควรมีขนาดความกว้างของลำตัว 20-50 เปอร์เซ็นต์ของปากปลา เมื่อปลาอายุเพิ่มมากขึ้นควรที่จะเปลี่ยนอาหารให้มีขนาดใหญ่เพื่อความเหมาะสมและเป็นไปตามความต้องการของการกินอาหารของปลา (Applegate, 1981) ส่วนการศึกษา Planas *et al.* (2005) พบว่าขนาดอาหารที่เหมาะสมสำหรับลูกปลาลิ้นหมาวัยอ่อน *Scophthalmus maximus* พบว่า ขนาดของอาหารที่เหมาะสมมีขนาด 36 เปอร์เซ็นต์ของขนาดปากลูกปลา

2. ศึกษาความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ที่ระดับความเข้มแสง 800 ลักซ์มีผลต่อการอัตรารอดตายของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน ถึงแม้ว่าที่ระดับความเข้มแสง 1,200 ลักซ์ มีอัตรารอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าจะมีอัตรารอดตายที่น้อยลง ซึ่งความเข้มแสงนี้มีผลต่อการต่ออัตรารอดตายของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน เช่นเดียวกับปลาชนิดอื่น โดยปลาวัยอ่อนแต่ละชนิดต้องการระดับความเข้มแสงที่ต่างกัน ที่ระดับความเข้มแสง 0 ลักซ์ ปลาการ์ตูนลายวัยอ่อนมีอัตรารอดตายเท่ากับ 0 % ตั้งแต่อายุ 5 วัน ซึ่งต่างจากปลาแฮริ่ง (Blaxter, 1975) ซึ่งเป็นปลาที่ว่ายน้ำเร็วและสามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่มืด และปลากะพงลายวัยอ่อน *Morone saxatilis* เป็นปลาที่อาศัยอยู่ในน้ำอยู่บริเวณชายฝั่งมีความขุ่นสูง จึงเจริญเติบโตในน้ำที่มีความเข้มแสงน้อยเช่นกัน (Chesney, 1989) ส่วนความเข้มแสงมากเกินไปแม้ว่าผลการทดลองครั้งนี้จะไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มที่อัตรารอดตายจะน้อยลง โดยความเข้มแสงที่มากเกินไปอาจทำให้ปลาเครียด โดยปลาสามารถรับรู้ได้ด้วย retinal cell ที่อยู่ในดวงตา และส่งผลต่อการอัตรารอดตายตายที่เหลืออยู่ น้อยลง (Boeuf and Bali, 1999) รวมถึงปลาการ์ตูนเป็นปลาที่อาศัยอยู่ในแนวปะการัง ลูกปลาวัยอ่อนหลังจากฟักออกจากไข่ จะดำรงชีวิตไม่ไกลจากบริเวณที่เกิด (Jones *et al*., 2005) แม้ว่าลูกปลาช่วงนี้จะดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน หลังจากนั้นลูกปลาการ์ตูนมีการพัฒนาร่างกายสิ้นสุดระยะวัยอ่อนและเข้าสู่ระยะวัยรุ่น ต้องจมตัวลงหาดอกไม้ทะเลเพื่ออาศัยทันที (Arvedlund *et al*., 1999) เพื่อหลบผู้ล่า ทำให้โอกาสรอดเพิ่มขึ้น ส่วนดอกไม้ทะเลเป็นสัตว์ที่ต้องการแสงในการดำรงชีวิต เนื่องจากเนื้อเยื่อของดอกไม้ทะเลมีสาหร่ายเซลล์เดียวที่ชื่อว่า Zooxanthellae สำหรับช่วยสังเคราะห์อาหาร ซึ่งจะดำรงชีวิตอยู่ในบริเวณที่แสงส่องถึงเท่านั้น ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมา ในธรรมชาติปลาการ์ตูนวัยอ่อนจะอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีแสงเพื่อหาดอกไม้ทะเลและจมตัวลงทันที เมื่อเข้าสู่ระยะวัยรุ่น

จากการทดลองครั้งนี้ ปลาการ์ตูนลายปล้องที่อนุบาลด้วยความเข้มแสง 400 ลักซ์ตั้งแต่การแรกฟักถึงวันที่ 6 พบว่า อัตรารอดตายสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ และที่ความเข้มแสง 800 ลักซ์ มีอัตรารอดตายสูงกว่าชุดทอลองอื่นๆ ตั้งแต่วันที่ 7 ดังนั้นการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องควรมีการปรับความเข้มแสงตามอายุของลูกปลา เพื่อให้เหมาะสมต่อการพัฒนาอวัยวะรับแสง(Boeuf and Bali, 1999) และการจับเหยื่อเมื่อลูกปลามีอายุเพิ่มมากขึ้น (Tandler, 1983)

3. ศึกษาขนาดของอาหารที่ใช้สำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน

อาร์เมียแรกฟักเป็นอาหารที่มีขนาดใหญ่ที่สุดสำหรับการศึกษาครั้งนี้ ส่วนอาหารสำเร็จรูปเป็นอาหารที่มีขนาดใกล้เคียงโรติเฟอร์ ซึ่งโรติเฟอร์เป็นอาหารที่นิยมใช้สำหรับการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนแรกฟัก

อาร์ทีเมียเป็นอาหารที่คาดว่าใช้เป็นอาหารทางเลือกใหม่สำหรับการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน โดยอาร์ทีเมียแรกฟักมีความยาว 428.22 ไมโครเมตร ส่วนขนาดปากปลาแรกฟักที่มีขนาด 305.03 ไมโครเมตร ซึ่งมีขนาดสูงกว่า 123.19 ไมโครเมตร แต่มีอัตราส่วน ความกว้างของอาร์ทีเมียแรกฟักเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดปากของลูกปลาแรกฟักพบว่า มีอัตราส่วน 59.08 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอัตราส่วนส่วนที่สูงมาก

เมื่อลูกปลาอายุ 1 วันหลังจากฟัก อัตราส่วนของความกว้างอาร์ทีเมียกับขนาดปากปลาจะเท่ากับ 52.02 ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ ดาราวรรณ (2538) ว่าขนาดความกว้างของอาหารควรที่มีขนาด 20-50 เปอร์เซ็นต์ของปากปลา หากลูกปลาอายุเพิ่มมากขึ้นขนาดปากจะเพิ่มขึ้นตามความสัมพันธ์ โอกาสสำหรับการกินอาร์ทีเมียแรกฟักจึงมีเพิ่มมากขึ้น

4. ศึกษาคุณค่าโภชนาการของอาหารสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง

จากผลการวิเคราะห์คุณค่าโภชนาการในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า โรติเฟอร์ มีโปรตีน 65.30 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 10.30 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 89.40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ ธิดา (2542) ที่ศึกษาคุณค่า ทางอาหารของโรติเฟอร์ (เปอร์เซ็นต์แห้ง) พบว่า โรติเฟอร์มีโปรตีน 65.6 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 11.7 เปอร์เซ็นต์ และสอดคล้องกับการศึกษาของพรพรรณ (2547) พบว่า โรติเฟอร์มีโปรตีน 68.8 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 4.94 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 92.04 เปอร์เซ็นต์

ส่วนคุณค่าโภชนาการของอาร์ทีเมียแรกฟัก พบว่าอาร์ทีเมียแรกฟักมีโปรตีน 55.34 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 18.50 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 15.64 เปอร์เซ็นต์ และ เถ้า 7.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาคุณค่าโภชนาการของอาร์ทีเมียแรกฟักของ อนันต์และคณะ (2536) ที่พบว่าโปรตีน 52.2 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 18.9 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 14.8 เปอร์เซ็นต์ และ เถ้า 9.7 เปอร์เซ็นต์

อาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการศึกษา มีปริมาณโปรตีน 58.3 เปอร์เซ็นต์ เป็นโปรตีนที่มีระดับสูง ซึ่งมีปริมาณโปรตีนมากเกินพอเมื่อเปรียบเทียบกับ ความต้องการโปรตีนในปลาชนิดอื่น เช่น ปลายี่สกขนาดเล็กมีความต้องการโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ (อนุสสรณ์ และพิทักษ์, 2540) ในปลาเฉาขนาด 0.15-0.02 กรัม ต้องการโปรตีน 41-43 เปอร์เซ็นต์ (Dabrowski, 1977) และ ปลาเรนโบว์เทร้าท์ ต้องการโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ (Satia, 1974)

อาหารทั้ง 3 ชนิดที่นำมาศึกษาครั้งนี้ มีคุณค่าโภชนาการเหมาะสมสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอมรรัตน์และบุษกร (2543) ที่กล่าวว่า ปลาทั่วไปที่มีขนาดเล็กและอายุต่ำกว่า 2 เดือน จะต้องมีความต้องการโปรตีนอยู่ในช่วง 35-40 เปอร์เซ็นต์ และ Robinson (1989) ที่ทำการศึกษาความต้องการโปรตีนของปลาชนิดต่างๆ พบว่าปลาดุกมีความต้องการโปรตีน 25-36 เปอร์เซ็นต์ และปลาไนมีความต้องการโปรตีน 31-38 เปอร์เซ็นต์

5. พัฒนาการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องด้วยอาหารทางเลือกใหม่

ส่วนการศึกษาอาหารทางเลือกใหม่สำหรับอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน พบว่า ปลาการ์ตูนลายปล้องแรกฟักเป็นลูกปลาระยะแรก (Prolarva stage) ที่มียังมีถุงอาหารสำรองปรากฏน้อยมาก (Gordon and Hecht, 2002) จึงทำให้ลูกปลาการ์ตูนทั่วไปสามารถกินอาหารได้หลังจากฟักออกจากไข่ (Allen, 1972) ส่วนมากนิยมใช้โรติเฟอร์เป็นอาหารสำหรับลูกปลาการ์ตูนแรกฟัก (อุ่นจิต, 2537) แต่การทดลองครั้งนี้ปลาการ์ตูนลายปล้องแรกฟักสามารถกินอาร์ทีเมียแรกฟักได้ทันที โดยอาร์ทีเมียมีขนาดความกว้างของลำตัวเฉลี่ย 180.20 ไมโครเมตร และความกว้างของปากลูกปลาแรกฟักเฉลี่ย 305.03 ไมโครเมตร คิดเป็น 59.08 %ของขนาดปากลูกปลาการ์ตูน ซึ่งต่างจากการศึกษาของ ดาราวรรณ (2538) ที่กล่าวว่าการอนุบาลลูกปลาม้าด้วยอาหารธรรมชาติ ได้แก่ โรติเฟอร์ ไรแดง และอาร์ทีเมีย พบว่า ขนาดอาหารที่เหมาะสมสำหรับลูกปลาในแต่ละช่วงอายุที่ทำการอนุบาล คือ 20-50 % ของขนาดปาก

ดังนั้นอาร์ทีเมียแรกฟักจึงเป็นอาหารทางเลือกใหม่สำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูน ซึ่งการเตรียมอาร์ทีเมียสำหรับอนุบาลมีความสะดวกกว่า เนื่องจากไข่อาทีเมียมีลักษณะแห้งและสามารถนำมาฟักในน้ำทะเล เป็นระยะเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง จากนั้นผ่านกระชอนกรองไข่ได้อาร์ทีเมียแรกฟัก สำหรับนำไปอนุบาลลูกปลาการ์ตูน ซึ่งต่างจากการเตรียมโรติเฟอร์ ซึ่งมีกระบวนการที่ซับซ้อน อีกทั้งในบางขั้นตอนของการเตรียมอาหารสำหรับโรติเฟอร์ ต้องใช้อุปกรณ์และเทคนิคเพื่อให้ปลอดเชื้อปนเปื้อนเท่านั้น การเลือกใช้อาร์ทีเมียในการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ง่ายควรนำไปประยุกต์ใช้กับการอนุบาลปลาการ์ตูนวัยอ่อนชนิดต่างๆ

ปลาการ์ตูนลายปล้องแรกฟักที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปทั้ง 2 ชุดการทดลอง พบว่า ไม่สามารถใช้อาหารชนิดนี้อนุบาลปลาการ์ตูนดังกล่าวได้เนื่องจาก ไม่พบอัตรารอดตายของลูกปลาตั้งแต่อายุ 4 วัน เมื่อนำซากปลาการ์ตูนลายปล้องที่ตายส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ไม่พบอาหารในระบบทางเดินอาหาร ดังนั้นอาหารสำเร็จรูปเป็นอาหารที่ไม่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนเมื่อแรกฟัก สอดคล้องกับการศึกษา ของ Yufera *et al.* (1999) ได้ศึกษาการใช้อัตราการใช้อาหารสำเร็จรูปสำหรับการอนุบาลลูกปลา Gilthead seabream พบว่า ในการศึกษาจำเป็นต้องใช้อาหารมีชีวิต (โรติเฟอร์ และอาร์ทีเมียแรกฟัก) ร่วมกับอาหารสำเร็จรูปที่ทำการศึกษา ในระยะ 20 วันแรกหลังจากลูกปลาฟัก และ Curnow *et al.* (2006) ได้ศึกษาผลของการลดอาร์ทีเมียและโรติเฟอร์เพื่อใช้อาหารสำเร็จรูปสำหรับการอนุบาลลูกปลากะพงขาว แรกฟักพบว่า การใช้อาหารสำเร็จรูป สำหรับการอนุบาลลูกปลากะพงขาวตั้งแต่แรกฟัก ถึง 28 วันหลังจากฟัก มีอัตรารอด เพียง 0.1 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. พัฒนาการของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนจากลูกปลาแรกฟักมีพัฒนาการจนกระทั่งเข้าสู่ระยะวัยรุ่นในวันที่ 9 หลังจากฟัก และมีลวดลายคล้ายตัวเต็มวัยในวันที่ 12 หลังจากฟัก ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดปากและความยาวเหยียดของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อนจากแรกฟักถึงวันที่ 12 หลังจากฟัก ดังสมการ $y = 129.43x-72.63$; $R^2 = 0.92$ โดย y = ความกว้างของปากลูกปลา (ไมโครเมตร) x = ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร) ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของอาหารและขนาดปากของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน จากวันที่ 1 ถึงวันที่ 12 หลังจากฟัก ดังสมการ $y_1 = 0.59x - 64.32$; $R^2 = 0.78$ โดย y_1 = ความยาวอาหาร และ x = ขนาดปาก และความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของอาหารและขนาดปากของปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน
ดังสมการ $y_2 = 0.25x - 11.54$; $R^2 = 0.77$ โดย y_2 = ความกว้างของอาหาร และ x = ขนาดปาก

2. ความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องคือช่วง 800-1,200 ลักซ์

3. ขนาดของอาหารทั้ง 3 ชนิดมีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดปากสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง

4. คุณค่าโภชนาการของอาหารที่ทำการทดลองเหมาะสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน

5. การอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องสามารถใช้ อาร์ทีเมียแรกฟัก เป็นอาหารทางเลือกใหม่มีความสะดวกในการเตรียมสำหรับการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนตั้งแต่แรกฟัก มีผลของอัตรารอดตายเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย ไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้โรติเฟอร์ ซึ่งเป็นอาหารที่นิยมอนุบาลปลาการ์ตูนแรกฟักทั่วไป

ข้อเสนอแนะ

1. ระดับความเข้มแสงปกติในโรงเรือนเพาะฟักทั่วไป ประมาณ 1,200 ลักซ์ จึงควรมีการพลางแสงให้มีความเหมาะสมสำหรับอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง และควรศึกษาความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้องโดยละเอียด ในช่วงระดับ 800- 1,200 ลักซ์

2. ควรนำข้อมูลการพัฒนาเทคนิคการอนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง ใช้ศึกษาการอนุบาลปลาการ์ตูนชนิดอื่นๆ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช. 2550. **การประเมินมูลค่าผลกระทบทางเศรษฐกิจของสัตว์ทะเลสวยงาม.** รายงานฉบับสมบูรณ์ เสนอโดยคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดาราวรรณ สิทธาจารุวัฒน์. 2538. **การศึกษาพัฒนาการของกระเพาะอาหารและการให้อาหารระยะแรกแก่ลูกปลาม้า**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธิดา เพชรมณี. 2542. **คู่มือการเพาะเลี้ยงแพลงค์ตอน.** สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, สงขลา.

บุษกร บำรุงธรรม. 2543. **การศึกษาอาหารสำเร็จรูปที่เหมาะสมเพื่อทดแทนอาหารมีชีวิตในการอนุบาลลูกปลาหางนกยูง *Poecilia reticulata* Peter.** วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรพรรณ พุ่มพวง. 2547. **การใช้หนอนจิ๋วทดแทนโรติเฟอร์และไรแดงในการอนุบาลลูกปลาม้าลายวัยอ่อน.** วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2543. **คู่มือการเลี้ยงแพลงก์ตอน.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่. 2550. การเพาะพันธุ์ปลาการ์ตูน. **งานวิชาการ.** แหล่งที่มา: http://www.fisheries.go.th/cf-krabi/3_anemo.htm, 20 สิงหาคม 2550.

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล. 2550. การเพาะเลี้ยงปลาการ์ตูน. **นานาสาระ**. แหล่งที่มา: http://www.bims.buu.ac.th/Oldweb/Th/variousGist/anemoneFish.asp, 20 สิงหาคม 2550.

สหภพ ดอกแก้ว และ พรรษา ถมยา. 2550. การศึกษาเบื้องต้นในการผสมข้ามชนิดระหว่างปลาการ์ตูนส้มขาว *Amphiprion ocellaris* Cuvier, 1830 และปลาการ์ตูนเพอร์คูล่า *A. percula* (Lacepde, 1802), น. 110-117. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์** ครั้งที่ 45. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุขใจ รัตนยุวกร กรรณิกา ชัชวาลวานิช พิสุทธิ์ มังกรกาญจน์ และ อมรา ทองปาน. 2546. **การเจริญและการพัฒนาของตัวอ่อนและปลาวัยอ่อนในปลาการ์ตูนอานม้า.** รายงานฉบับสมบูรณ์แผนงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะขยายพันธุ์ปลาการ์ตูน. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

อนันต์ ตันสุตะพานิช นพดล ภูวพานิช ธนัญชย์ สังกรธนกิจ และธงชัย เพิ่มงาน. 2536. **คู่มือการเพาะเลี้ยงและการใช้ประโยชน์จากอาร์ทีเมีย**. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

อนุสสรณ์ มีวรรณ และพิทักษ์ ทรัพย์อุดม. 2540. **ความต้องการโปรตีนในอาหารปลายี่สกขนาดเล็ก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 13**. กองประมงน้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพฯ.

อภิชาติ เติมวิชชากร. 2546. **ลูกปลาน้ำจืดวัยอ่อน**. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพฯ.

อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล และบุษกร บำรุงธรรม. 2543. **อาหารปลาสวยงาม**. สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ กรมประมง, กรุงเทพฯ.

อุ่นจิต ปาติยเสวี. 2537. ศึกษาพฤติกรรมการวางไข่และการเจริญเติบโตของปลาการ์ตูนส้มขาว, น 393-412. ใน **รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2537**. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

Allen, G.R. 1972. **The Anemone Fishes: Their Classification and Biology**. T.F.H. Publication, Inc., Neptune City, New Jersey.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of the Association of the Official Analysis Chemists**. 17th eds.Vol I, Horwitz, W., editor. Published by AOAC International. Maryland, USA.

APHA. 1995. **Standard Method for the Examination of Water and wastewater**. 19th ed. APHA, Washington, D.C.

Applegate, R.L. 1981. Food selection of muskellunge fly. **Prog. Fish. Cult**. 43:136-139.

Arvedlund, M., M.I. McCormick, D.G. Fautin and M. Bildsoe. 1999. Host recognition and possible imprinting in the Anemonefish *Amphiprion melanopus* (Pisces:Pomacenthidae). **Mar. Ecol. Prog. Ser**. 188: 207-218.

_____, M.I. McCormick and T. Ainsworth. 2000. Effect of photoperiod on growth of larvae and juveniles of the anemonefish *Amphiprion melanopus*. **The ICLARM Quarterly.** 23: 18-23.

Arts, M.T. and D.O. Evans. 1987. Precision micrometer measurement of mouth gape of larval fish. **Can. J. Fish Aquat. Sci.** 44: 1786-1791.

Batty, R.S., J.H.S. Blaxter and D.A. Libby. 1986. Herring (*Clupea harengus*) filter feeding in the dark. **Mar. Biol**. 91: 371-375.

Barahona-Fernandes, M.L. 1979. Some effects of light intensity and photoperiod on the sea bass larvae *Dicentrarchus labrax* (L.) reared at the Centre Oceanologique de Bretagne. **Aquaculture.** 17: 311-321.

Blaxter, J.H.S. 1975. The eyes of larval fish, pp. 427-443. *In* M.A. Ali, ed. **Vision in Fishes: New Approaches in Research.** Nato Scientific Affairs Division, Plenum Press. New York.

Boeuf, G. and P.L. Bali. 1999. Dose light have an influence on fish growth? **Aquaculture.** 177: 129-152.

Brolund, T.M., A. Tychsen , L. E. Nielsen and M. Arvedlund. 2004. An assemblage of the host anemone *Heteractis magnifica* in the northern Red Sea, and distribution of the resident anemonefish. **Jour. Mar. Biol. Associ. UK.** 84: 671-674.

Buston, P. 2003. Forcible eviction and prevention of recruitment in the clown anemonefish. **Beh. Ecol.** 14: 576-582.

Chesney, E.J. 1989. Estimating the food requirements of striped bass larvae *Morone saxatilis*: effects of light, turbidity and turbulence. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 53: 119-220.

Colt, J. 2006. Water quality requirements for reuse systems. **Aquat. Eng.** 34: 143-156.

Curnow, J., J. King, J. Bosmans and S. Kolkovski. 2006. The effect of reduced *Artemia* and rotifer use facilitated by a new microdiet in the rearing of barramundi *Lates calcarifer* (BLOCH) larvae. **Aquaculture.** 257: 204-213.

Dabrowski, K. 1977. Protein requirement of grass carp fry (*Ctenopharygodon idella* Val.). **Aquaculture.** 40: 27-40.

Daniels, H. and R.G. Hodsin. 1990. Weaning success of southern flounder juveniles: Effect of changeover period and diet type on growth and survival. **Nor. Amer. J. Aqua.** 61(1): 47-50.

Delbeek, J.C. 1990. Reef aquariums Part 2: Filtration. **Aquarium Fish Intl**. 2(3): 28-37.

Deloach, N. 1999. **Reef Fish Behavior**. New World Publications, New York, USA.

Denson, M.R. and T.I.J. Smith. 1997. Diet and light intensity effects on survival, growth and pigmentation of Southern flounder *Paralichthys lethostigma* larvae. **J. World Aquacult. Soc.** 28: 181-185.

Gordon, A.K. and T. Hecht. 2002. Histological studies on the development of digestive system of the clownfish *Amphiprion percula* and the time of weaning. **J. Appl. Ichyol**. 18: 113-117.

Grasshoff, K. 1976. **Methods for Seawater Analysis**. Veriag Chemie, New York.

Jones, G.P., S. Planes and S.R. Thorrold. 2005. Coral reef fish larvae settle close to home. **Cur. Biol.** 15: 1314-1318.

Kestemont, P., X. Xueliang, N. Hamza, J. Maboudou and I.I. Toko. 2006. Effect of weaning age and diet on pikeperch larviculture. **Aquaculture**. 264: 197-204.

Kingsford, M.J. 1985. The demeral eggs and planktonic larvae of *Chromis dispilus* (Telestei:Pomacentridae) in north-eastern New Zealand costal waters. New Zealand. **J. Mar. Fres. Res.** 19: 429-438.

Krebs, J.M. and R.G.Turingan. 2003. Intraspecific variation in gape–prey size relationships and feeding success during early ontogeny in Red Drum, *Sciaenops ocellatus*. **Envir. Biol. Fish.** 9: 75-84.

Leis, J.M. 2006. Are larvae of demersal fishes plankton or nekton? **Adv. Mar. Biol.** 51: 59-141.

Mata, C. and D.D. Joseph. 1997. **Foam Control using a Fluidized Bed of Hydrophobic Particles.** Available Source: http://www.aem.umn.edu/people/faculty/joseph/archive/docs/ataddjfoam.pdf., March 27, 2008.

Mathias, J.A. and S. Li 1982. Feeding habitats of walleye larvae and juveniles: Comparative laboratory and field studies. **Trans. Am. Fish. Soc.** 111:722-735.

Mitchell, J. 2005. Queue selection and switching by false clown anemone fish, *Amphiprion ocellaris*. **Animal Behaviour.** 69: 643-652.

_____. and L.M. Dill. 2005. Why is group size correlated with the size of the host sea anemone in the false clown anemone fish? **Can. J. Zool.** 83: 372-376.

Moe, M.A.J. 1982. **The Marine Aquarium Handbook Beginner to Breeder.** Green Turtle Publications Plantation, Florida, U.S.A.

_____. 1989. **The Marine Aquarium Reference Systems and Invertebrates.** Green Turtle Publications Plantation, Florida., U.S.A.

Murphly, B.F., J.M. Leis and K.D. Kavanagh. 2007. Larval development of the Ambon damselfish *Pomacenthus amboinensis*, with a summary of pomacentrid development. **J. Fish Biol.** 71: 569-584.

Nelson, J.S. 1994. **Fish of the World (3rd, ed.).** John Wieley & Sons, Inc. New York.

Palaniappan, S.S., M.N. Sitiazizah and Y.Yusuf. 2003. Notes on the Occurrence of *Amphiprion* (Perciformes:Pomacentridae) in Peninsular Malaysia. **Asian Fisheries Science.** 16: 235-240.

Planas, M., M. Pérez-Lorenzo, J. A. Vázquez and J. Pintado. 2005. A model for experimental infections with *Vibrio (Listonella) anguillarum* in first feeding turbot (*Scophthalmus maximus* L.) larvae under hatchery conditions. **Aquaculture.** 250: 232-243.

Pearse, V.B. 1974. Modification of sea anemone behavior by symbiotic zooxanthellae: phototaxis . **Biol. Bull.** 147: 630-640.

Ream, R.A., J.A. Theriot and F.N. Somero. 2003. Influences of thermal acclimation and acute temperature change on the motility of epithelial wound-healing cells (keratocytes) of tropical, temperate and Antarctic fish. **Jour. Exp. Biol.** 206: 4539-4551.

Robinson, H.E. 1989. Channel catfish nutrition. **Rev. Aqua. Sci**. 1(3): 370-371.

Sales, J., P. Geert and J. Janssens. 2003. Nutrient requirements of ornamental fish. **Aquat. Livign. Resour.** 16: 533-540.

Satia, B.P. 1974. Quantitative protein requirement of rainbow trout. **Prog. Fish. Cult.** 36 (2): 80-85.

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

Spotte, S. 1979. **Seawater Aquariums: The Captive Environment.** Wiley-Interscience, Toronto, New York.

Srinivasan, M., G.P. Jones and M.J. Caley. 1999. Experimental evaluation of the roles of habitat selection and interspecific competition in determining patterns of host use by two anemonefishes. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 186: 283-292.

Stefansson, S.O., G. Nævdal and T. Hansen. 1990. Growth of different families of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) under three experimental photoperiods. **Aquaculture.** 86:271–281.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ความยาวเหยียด ขนาดปากของปลาการ์ตูนลายปล้องแรกฟัก

ตัวที่	ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (ไมโครเมตร)
1	3.69	296.38
2	3.71	299.58
3	3.71	299.58
4	3.72	302.87
5	3.72	302.87
6	3.74	304.64
7	3.74	307.88
8	3.75	310.64
9	3.76	312.92
10	3.77	312.92
ค่าเฉลี่ย	**3.73**	**305.03**

ตารางผนวกที่ 2 ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 1 วันหลังจากฟัก

ตัวที่	ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (ไมโครเมตร)	ขนาดอาหาร (ไมโครเมตร)	
			ยาว	กว้าง
1	3.89	331.79	163.85	65.27
2	3.92	341.42	138.94	72.64
3	3.96	341.76	124.56	75.56
4	3.97	344.19	157.12	78.58
5	4.02	347.80	148.56	80.13
6	4.05	348.91	142.66	85.70
7	4.08	349.28	131.18	87.70
8	4.12	351.43	135.23	82.84
9	4.13	353.07	137.22	90.27
10	4.16	354.67	143.87	96.98
ค่าเฉลี่ย	**4.03**	**346.43**	**142.32**	**81.57**

ตารางผนวกที่ 3 ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 2 วันหลังจากฟัก

ตัวที่	ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (ไมโครเมตร)	ขนาดอาหาร (ไมโครเมตร)	
			ยาว	กว้าง
1	3.98	430.46	163.55	95.70
2	4.08	432.00	144.95	96.41
3	4.12	434.40	165.69	92.55
4	4.16	444.06	135.12	84.98
5	4.18	444.16	128.56	62.28
6	4.18	448.44	140.89	73.84
7	4.2	452.20	151.14	76.56
8	4.21	455.60	132.18	77.56
9	4.22	458.84	157.17	85.13
10	4.24	460.03	157.83	82.70
ค่าเฉลี่ย	**4.16**	**446.02**	**147.71**	**82.77**

ตารางผนวกที่ 4 ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 3 วันหลังจากฟัก

ตัวที่	ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (ไมโครเมตร)	ขนาดอาหาร (ไมโครเมตร)	
			ยาว	กว้าง
1	4.26	498.20	123.56	82.71
2	4.28	514.44	134.78	82.84
3	4.29	520.68	165.69	92.27
4	4.3	525.84	177.12	91.98
5	4.32	527.87	118.85	83.70
6	4.33	531.00	170.69	96.51
7	4.35	533.02	161.14	97.56
8	4.38	533.97	162.12	94.98
9	4.38	544.74	177.12	63.27
10	4.39	550.51	167.83	73.84
ค่าเฉลี่ย	**4.33**	**528.03**	**155.89**	**85.97**

ตารางผนวกที่ 5 ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 4 วันหลังจากฟัก

ตัวที่	ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (ไมโครเมตร)	ขนาดอาหาร (ไมโครเมตร)	
			ยาว	กว้าง
1	4.83	582.06	178.25	72.56
2	4.86	595.48	355.67	131.41
3	4.87	602.93	162.35	84.13
4	4.89	609.20	174.23	84.72
5	4.94	617.65	357.10	160.70
6	4.95	617.91	360.67	133.55
7	4.96	631.27	366.38	146.41
8	4.96	634.14	369.95	158.55
9	4.96	635.61	371.38	149.98
10	5.12	647.88	382.09	161.41
ค่าเฉลี่ย	**4.93**	**617.41**	**307.81**	**128.34**

ตารางผนวกที่ 6 ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 5 วันหลังจากฟัก

ตัวที่	ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (ไมโครเมตร)	ขนาดอาหาร(ไมโครเมตร)	
			ยาว	กว้าง
1	5.38	637.78	384.23	144.41
2	5.39	640.07	386.38	145.70
3	5.39	651.12	392.81	156.41
4	5.39	661.21	399.95	167.44
5	5.4	677.51	359.35	147.84
6	5.41	677.51	402.06	218.38
7	5.42	685.07	342.20	158.55
8	5.45	689.09	407.80	219.27
9	5.51	706.12	408.44	224.27
10	5.52	728.69	421.37	235.85
ค่าเฉลี่ย	**5.43**	**675.42**	**390.46**	**181.81**

ตารางผนวกที่ 7 ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 6 วันหลังจากฟัก

ตัวที่	ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (ไมโครเมตร)	ขนาดอาหาร (ไมโครเมตร)	
			ยาว	กว้าง
1	5.69	680.15	435.12	231.41
2	5.78	711.38	435.66	242.45
3	5.79	733.02	437.09	224.41
4	5.84	748.16	457.08	225.70
5	5.84	776.40	472.26	216.41
6	5.88	787.24	475.45	247.44
7	5.88	789.85	488.22	217.84
8	5.92	811.11	494.60	198.38
9	5.92	811.11	447.98	188.55
10	5.94	815.84	507.36	219.27
ค่าเฉลี่ย	**5.85**	**766.42**	**465.08**	**221.19**

ตารางผนวกที่ 8 ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 7 วันหลังจากฟัก

ตัวที่	ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (ไมโครเมตร)	ขนาดอาหาร (ไมโครเมตร)	
			ยาว	กว้าง
1	6.18	764.25	507.36	224.27
2	6.19	772.06	520.13	225.85
3	6.19	785.94	545.66	241.41
4	6.19	795.10	407.09	181.41
5	6.21	818.06	414.23	214.41
6	6.23	818.34	416.78	215.70
7	6.25	859.03	442.80	186.41
8	6.28	863.06	432.75	197.44
9	6.29	867.42	452.22	217.84
10	6.34	884.23	467.62	198.38
ค่าเฉลี่ย	**6.24**	**822.75**	**460.66**	**210.31**

ตารางผนวกที่ 9 ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 8 วันหลังจากฟัก

ตัวที่	ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (ไมโครเมตร)	ขนาดอาหาร (ไมโครเมตร)	
			กว้าง	ยาว
1	6.53	780.99	473.25	188.55
2	6.55	827.65	473.51	179.27
3	6.62	847.23	476.15	194.27
4	6.74	868.29	476.52	185.85
5	6.75	872.33	483.35	197.45
6	6.79	874.89	484.64	216.41
7	6.8	921.39	486.45	198.41
8	6.83	924.52	487.28	225.70
9	6.86	926.81	492.52	216.41
10	6.88	931.28	500.71	247.44
ค่าเฉลี่ย	**6.74**	**877.54**	**483.44**	**204.98**

ตารางผนวกที่ 10 ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 9 วันหลังจากฟัก

ตัวที่	ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (ไมโครเมตร)	ขนาดอาหาร (ไมโครเมตร)	
			ยาว	กว้าง
1	7.65	797.26	529.59	237.84
2	7.63	851.30	531.37	248.38
3	7.77	905.36	533.55	218.55
4	7.81	907.31	539.47	239.27
5	7.86	907.43	549.97	216.37
6	7.69	909.40	560.37	236.65
7	7.77	920.81	407.09	191.31
8	7.44	931.94	414.23	221.41
9	7.68	933.60	416.78	228.61
10	7.88	986.01	442.80	195.70
ค่าเฉลี่ย	**7.72**	**905.04**	**492.52**	**223.41**

ตารางผนวกที่ 11 ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 10 วันหลังจากฟัก

ตัวที่	ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (ไมโครเมตร)	ขนาดอาหาร (ไมโครเมตร)	
			ยาว	กว้าง
1	7.84	893.90	442.80	216.41
2	7.88	909.35	452.22	227.44
3	7.92	917.39	485.23	237.82
4	7.94	920.06	473.25	228.38
5	7.94	927.22	473.51	239.55
6	8.12	955.52	476.15	213.27
7	8.14	958.85	476.52	224.27
8	8.21	966.90	483.35	216.45
9	8.23	977.13	484.64	231.41
10	8.31	985.09	486.45	219.41
ค่าเฉลี่ย	**8.05**	**941.14**	**473.41**	**225.44**

ตารางผนวกที่ 12 ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 11วันหลังจากฟัก

ตัวที่	ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (ไมโครเมตร)	ขนาดอาหาร (ไมโครเมตร)	
			ยาว	กว้าง
1	7.84	905.36	487.28	244.41
2	7.88	930.61	492.52	225.74
3	7.92	958.85	500.71	246.41
4	7.94	964.76	529.59	227.34
5	7.94	976.50	531.37	237.74
6	8.12	976.99	521.32	228.38
7	8.14	987.18	539.56	238.55
8	8.21	990.63	549.97	229.27
9	8.23	991.26	560.37	234.27
10	8.31	1017.65	407.09	195.85
ค่าเฉลี่ย	**8.05**	**969.98**	**511.98**	**230.80**

ตารางผนวกที่ 13 ความยาวเหยียด ขนาดปาก และขนาดอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของปลาการ์ตูนวัยอ่อนอายุ 12 วันหลังจากฟัก

ตัวที่	ความยาวเหยียด (มิลลิเมตร)	ขนาดปาก (ไมโครเมตร)	ขนาดอาหาร (ไมโครเมตร)	
			ยาว	กว้าง
1	8.88	999.34	407.09	181.41
2	8.94	1007.70	464.23	221.42
3	9.11	1038.59	486.78	214.41
4	9.18	1061.75	442.80	225.70
5	9.21	1067.28	521.06	246.41
6	9.24	1074.53	452.22	227.44
7	9.33	1106.62	567.34	247.84
8	9.34	1109.45	563.24	248.38
9	9.44	1113.64	484.64	218.55
10	9.74	1155.41	371.32	199.27
ค่าเฉลี่ย	**9.24**	**1073.43**	**484.09**	**223.08**

ตารางผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ย ของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวันอ่อนที่อนุบาลด้วยระดับความเข้มแสงต่างกัน

	Source	**df**	**SS**	**MS**	**F**	**P**
อัตรารอดตาย	Treatment	2	523.6	261.8	8.18	0.0193
	Error	6	192.0	32.0		
	Total	8				
น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาสิ้นสุดการทดลอง	Treatment	2	18.268	9.134	3.69	0.0901
	Error	6	14.843	2.474		
	Total	8				
ความยาวเหยียดเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	Treatment	2	0.058	0.029	0.62	0.5679
	Error	6	0.277	0.046		
	Total	8				
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลา	Treatment	2	8.940	4.470	3.80	0.0859
	Error	6	7.059	1.177		
	Total	8				
เปอร์เซ็นต์การเพิ่มมวลต่อวัน	Treatment	2	5074.327	2537.163	3.69	0.0901
	Error	6	4122.983	687.164		
	Total	8	9197.310			

ตารางผนวกที่ 15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวันอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารทางเลือกใหม่

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
	F	P	t	df	P
อัตรารอดตาย	1.231	0.329	2.774	4	0.050
น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาสิ้นสุดการทดลอง	2.204	0.212	2.190	4	0.094
ความยาวเหยียดเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	2.368	0.199	1.176	4	0.305
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลา	2.468	0.191	1.188	4	0.301
เปอร์เซ็นต์การเพิ่มมวลต่อวัน	3.263	0.145	1.954	4	0.122

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	สหภพ ดอกแก้ว
วัน เดือน ปี ที่เกิด	28 กรกฎาคม 2521
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการประมง
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำประดับ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	2548, รางวัลบุคลากรตัวอย่างคณะประมง ผู้ประกอบความดีมีความเสียสละช่วยเหลือกิจการนิสิตดีเด่น 2549, รางวัลสุดยอดแฟนพันธุ์แท้ “ปลาทะเล” บริษัท เวิร์คพอยท์ เอ็นเทอร์เทนเมนท์ จำกัด (มหาชน)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-