ผลของการเสริมกรดไขมันและวิตามินซีในโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียต่อการรอด การเจริญเติบโต และพัฒนาการของลูกปลาแมนดาริน, *Synchiropus splendidus* (Herre, 1927)

Effects of Fatty Acid and Vitamin C Enrichment in Rotifer and *Artemia* on Survival, Growth and Development of the Mandarinfish Larvae, *Synchiropus splendidus* (Herre,1927)

ศิริวรรณ ชูศรี*, วิไลวรรณ พวงสันเทียะ และ วรกานต์ เสถียรวงศ์นุษา

Siriwan Choosri*, Wilaiwan Phuangsanthia and Worakan Sathienvongnusar

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

Institute of Marine Science, Burapha University

Received : 6 June 2018

Accepted : 18 October 2018

Published online : 24 October 2018

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการอนุบาลลูกปลาแมนดารินด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรดไขมันและวิตามินซีที่มีผลต่ออัตรารอด การเจริญเติบโต และระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกปลาแมนดาริน ทดลองที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน คือ 0, 100, 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ละชุดการทดลองทำ 3 ซ้ำ โดยใช้ความหนาแน่นของลูกปลา 20 ตัวต่อลิตร ปริมาตรน้ำที่ใช้เลี้ยงจำนวน 5 ลิตร ความเค็มน้ำทะเลระหว่าง 31-33 ppt. โดยลูกปลาอายุ 1-20 วัน จะให้โรติเฟอร์ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อมิลลิลิตร และเมื่อลูกปลาอายุ 21 – 45 วัน เปลี่ยนจากโรติเฟอร์เป็นอาร์ทีเมียที่ความหนาแน่น 3 ตัวต่อมิลลิลิตร ผลการวิจัยพบว่าระดับความเข้มข้นของกรดไขมันและวิตามินซีไม่มีผลต่ออัตราการรอด การเจริญเติบโต และระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกปลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แนวโน้มอัตรารอดที่ดีอยู่ที่ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร (8.00±3.60%) การเจริญเติบโตด้านความยาวมาตรฐานและความยาวทั้งหมดแนวโน้มที่ดีอยู่ที่ระดับความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร (1.00±1.00, 1.16±3.09 เซนติเมตร) น้ำหนักแนวโน้มที่ดีอยู่ที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร (0.053±0.02 กรัม) ลูกปลาลงพื้นครบทุกตัวทุกชุดการทดลองที่อายุ 20 วัน และลูกปลาแมนดารินเริ่มมีการลงพื้นครั้งแรกที่อายุ 11 วัน เพื่อให้ลูกปลาแมนดารินมีการเจริญเติบโตควรมีการเสริมวิตามินซีที่ความเข้มข้น 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

คำสำคัญ : ปลาแมนดาริน, วิตามินซี, โรติเฟอร์, อาร์ทีเมีย

***Corresponding author. E-mail** : siriwanc@buu.ac.th

Abstract

The objective of the present study was to examine the affect of fatty acid and vitamin C enrichment in rotifers (*Brachionus plicatilis*) and *Artemia* sp. on their survival, growth and larval development time. The experiments were set on vitamin C concentration of 0, 100, 200 and 300 mg/l. The experimental design was 4×3 completely randomized design. The 20 larvae/l were reared in 5 l of 33 - 34 ppt. seawater for a period of 45 days. All treatments, the fish aged between 1 - 20 days old were fed with rotifers at a ratio of 20 individuals/ml and then they were switched to *Artemia* sp. at a ratio of 3 individuals/ml from day 21 onwards. There were no significant differences ($p > 0.05$) between the treatments in their survival rate, growth and larval development time and the fish fed the enriched-live feeds at a ratio of 0 mg/l showed the best survival rate (8.00±3.60%). The highest standard and total lengths of the larvae were found in those fed the 200 mg/l (1.00±1.00, 1.16±3.09 centimeter). The larvae fed at 300 mg/l also had the highest average weight (0.053±0.02 gram). All the larvae completed their metamorphosis within 20 days, with the first larvae recorded as completing their metamorphosis on day 11. Mandarinfish larval rearing should feeding with vitamin C enriched live foods 200 and 300 mg/l for the growth of the larvae.

Keywords : Mandarinfish, vitamin C, rotifer, *Artemia*

บทนำ

ปลาแมนดารินเป็นปลาชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจจากกลุ่มผู้เลี้ยงสัตว์ทะเล เนื่องจากเป็นปลาที่มีสีสันสวยงาม มีความต้องการค่อนข้างมาก และเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ในปัจจุบันพบการซื้อขายส่วนใหญ่จะมาจากการจับจากธรรมชาติเท่านั้น ซึ่งในระยะยาวจะส่งผลให้จำนวนประชากรสัตว์ทะเลลดน้อยลง การเพาะเลี้ยงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่จะช่วยลดอัตราการจับจากธรรมชาติได้เป็นอย่างดี โดยพบว่าอาหารและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารเป็นปัจจัยต้นๆ ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน ถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลต่อลูกปลาโดยตรง ทั้งอัตรารอด ความแข็งแรง และสุขภาพของลูกปลา ซึ่งลูกปลาวัยอ่อนจะนิยมกินอาหารมีชีวิตขนาดเล็กทั้งโรติเฟอร์ และอาร์ทีเมียเป็นอาหารหลักในการอนุบาลตั้งแต่แรกฟักถึงระยะวัยรุ่น (Chutpoom *et al*., 2008; Clarissa, 2003; Matthew, 2007) แต่บางครั้งพบว่าโรติเฟอร์ และอาร์ทีเมียมีคุณค่าทางอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์น้ำ จึงจำเป็นต้องมีการเสริมคุณค่าทางอาหารให้กับโรติเฟอร์และอาร์ทีเมีย โดยเฉพาะในส่วนของวิตามินซี พบว่าการเจริญเติบโตทางด้านสรีรวิทยาของปลาวัยอ่อนมีความต้องการวิตามินซีสูงกว่าในวัยอื่น ทำให้มีอัตรารอดและการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และวิตามินซียังช่วยสร้างความต้านทานและภูมิคุ้มกันได้อีกด้วย (Stacey, 2006) จำเป็นต้องมีการเสริมวิตามินซีเพื่อให้อัตรารอดเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสัตว์น้ำไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ โดยสัดส่วนสารอาหารที่ลูกสัตว์น้ำต้องการจะมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดและในกรณีที่คุณค่าทางโภชนาการของอาหารนั้นต่ำกว่าความต้องการของลูกปลา จำเป็นต้องเสริมวิตามินซีเป็นอาหารเพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่า อัตรารอด การเจริญเติบโตและพัฒนาการที่ดีของลูกปลาต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

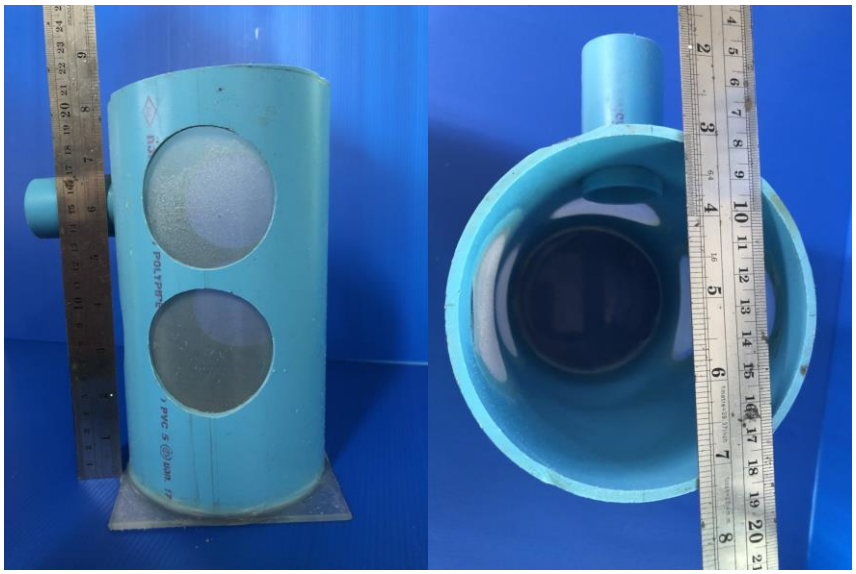
1. วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยใช้วิตามินซี Ascorbic acid ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0 (ควบคุม) , 100, 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร รวม 4 ชุดการทดลอง (Treatment) ชุดละ 3 ซ้ำ (Replicate) รวมทั้งหมด 12 หน่วยการทดลอง (Experimental unit)

2. การเตรียมพ่อแม่พันธุ์

นำพ่อแม่พันธุ์ปลาแมนดาริน *Synchiropus splendidus* (Herre, 1927) (ภาพที่ 1) สายพันธุ์ไทยรวบรวมได้จากธรรมชาติ บรรจุในถุงพลาสติกใสขนาด 15 x 23 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว) จำนวน 1 ตัวต่อถุง ให้อากาศและมัดถุงบรรจุใส่ลังโฟมที่มีน้ำแข็งเพื่อควบคุมอุณหภูมิปิดฝาให้สนิท หลังจากนั้นนำพ่อแม่พันธุ์ปลามาเลี้ยงไว้ที่ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยง สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล นำถุงบรรจุพ่อแม่พันธุ์ปลาลอยในตู้เป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้ปลาปรับสภาพ แล้วค่อยๆ ปล่อยปลาลงในตู้ ที่ระดับความเค็มเดียวกัน ปริมาตร 80 ลิตร ให้อากาศเบา ๆ พักไว้เป็นเวลา 1 เดือน เมื่อพ่อแม่พันธุ์ปลาแมนดารินปรับตัวได้จึงนำมาเลี้ยงไว้ในตู้กระจกขนาด 45 x 120 x 50 เซนติเมตร ปริมาตรความจุ 270 ลิตร อัตราปล่อยต่อตู้ตัวผู้ 1 ตัวต่อตัวเมีย 3 ตัว ภายในตู้เป็นระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด ให้อาหารเป็นอาร์ทีเมียตัวเต็มวัยร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูป ทุกวัน วันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุก 2 สัปดาห์ เพื่อควบคุมค่าคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปลาแมนดาริน และทุกวันตอนเย็นจะเก็บไข่ปลาแมนดาริน โดยใช้ท่อโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride; PVC) เจาะเป็นวงกลมรอบท่อติดตาข่ายขนาด 200 ไมโครเมตร (ภาพที่ 2) โดยจะตรวจสอบการฟักของลูกปลาในตอนเช้า

ภาพที่ 1 พ่อแม่พันธุ์ปลาแมนดาริน *Synchiropus splendidus* (Herre, 1927)



ภาพที่ 2 อุปกรณ์ดักไข่ปลาแมนดาริน

3. การเตรียมสัตว์ทดลองและอุปกรณ์สำหรับการทดลอง

ไข่ปลาใช้เวลา 17-18 ชั่วโมง ลูกปลาจะฟักออกมานำมาแยกอนุบาล เพื่อใช้สำหรับการศึกษาทดลองต่อไป ทำการเตรียมภาชนะทดลอง โดยใช้ตู้กระจกขนาด 20 x 25 x 20 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) ปริมาตรความจุ 10 ลิตร แต่ในการทดลองครั้งนี้ทำการทดลองที่ปริมาตรน้ำ 5 ลิตร หลังจากนั้นเติมน้ำทะเลใหม่ที่ระดับความเค็มเดียวกันกับตู้พ่อแม่พันธุ์ โดยน้ำทะเลที่ใช้ผ่านการกรองด้วยไส้กรองขนาดตาข่าย 5 ไมโครเมตร ให้อากาศเบา ๆ ภายในตู้ โดยใช้สายยางต่อกับแท่งแก้ว คลุมด้านข้างตู้ด้วยพลาสติกสีดำเพื่อไม่ให้เกิดการรบกวน หลังจากนั้นทำการสุ่มลูกปลาลงตู้ ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อลิตร เมื่อสุ่มลูกปลาครบทุกชุดการทดลองแล้ว (100 ตัวต่อตู้) จึงเติมน้ำที่ระดับความเค็มเดียวกันกับในตู้ให้ได้ระดับ 5 ลิตรเท่ากันทุกตู้ แล้วจึงเริ่มทำการทดลอง

4. การเตรียมวิตามินซีลงในโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียสำหรับการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้จะใช้วิตามินซีสำหรับเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่ใช้เป็นอาหารสำหรับลูกปลาแมนดารินในความเข้มข้นที่แตกต่างกัน โดยจะมีการเตรียมวิตามินซีเริ่มต้นแต่ละระดับตามที่กำหนด คือ 100, 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ชั่งวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มาปั่นรวมกับกรดไขมันเป็นเวลานาน 5 นาที จนกระทั่งวิตามินซีแตกตัว ทดสอบโดยการนำมาส่องใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อดูความสม่ำเสมอการแตกตัวของวิตามินซี และทดสอบการกรองกินเบื้องต้นโดยใส่โรติเฟอร์ลงในวิตามินซีแต่ละระดับ จากนั้นนำมาเสริมให้กับโรติเฟอร์ (*Brachionus rotundiformis*) และอาร์ทีเมีย (Newly hatching *Artemia* sp.) ที่ความเข้มข้นตามที่กำหนดในแต่ละชุดการทดลอง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเสริมวิตามินซีที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 4 ระดับ ต่อความหนาแน่นโรติเฟอร์และอาร์ทีเมีย ต่ออัตรารอด การเจริญเติบโต และพัฒนาการของลูกปลาแมนดาริน

ชุดทดลองที่	เสริมด้วยวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ระยะเวลาในการเสริม (ชั่วโมง)	ความหนาแน่นในการเสริมวิตามินซี โรติเฟอร์ (ตัวต่อลิตร)	อาร์ทีเมีย (ตัวต่อลิตร)
1	0	24	300,000	100,000
2	100	24	300,000	100,000
3	200	24	300,000	100,000
4	300	24	300,000	100,000

5. การดูแลระหว่างการทดลอง

อาหารและการให้อาหาร ให้อาหาร (ตามชุดการทดลองที่กำหนด) ทุกวัน วันละ 2 ครั้ง เวลา 9.00 น. และ 15.00 น. (ก่อนให้อาหารทำการนับอาหารเหลือก่อนทุกครั้ง) โดยให้อาหารตามขนาดความกว้างของปากลูกปลา คือ ลูกปลาอายุ 1 - 20 วัน ให้โรติเฟอร์เสริมกรดไขมันและวิตามินซีที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อมิลลิลิตร และเมื่อลูกปลาอายุ 21 – 45 วัน ปรับเปลี่ยนจากโรติเฟอร์เป็นอาร์ทีเมียเสริมกรดไขมันและวิตามินซีที่ความหนาแน่น 3 ตัวต่อมิลลิลิตร

การจัดการและการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ดูดตะกอนและเปลี่ยนถ่ายน้ำ ในช่วง 3-5 วันแรกของการอนุบาล ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำวันละประมาณ 20-30% หลังจากนั้นเพิ่มเป็น 40% จนสิ้นสุดการทดลอง ในระหว่างการทดลองทำการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำดังตารางที่ 2 ทำการทดลองเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 45 วัน

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ที่ตรวจวัดคุณภาพน้ำ หน่วย และวิธีวิเคราะห์

พารามิเตอร์	หน่วย	วิธีวิเคราะห์
ทุกวันเว้นวัน		
อุณหภูมิ	°C	Thermometer ชนิดวัดค่าสูงสุด – ต่ำสุด ในรอบวัน) ยี่ห้อ FUJI รุ่น MAXIMA – MINIMA
ความเป็นกรดเป็นด่าง	-	pH meter ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น SG2-FK SevenGO pH
ความเค็ม	ppt.	Salinity-refractometer ยี่ห้อ ATAGO รุ่น Master - S/millM Cat. No. 2493
ทุกสัปดาห์		
แอมโมเนียรวม	milligram/liter as Nitrogen	Strickland and Parsons (1972)
ไนไตรท์-ไนโตรเจน	milligram/liter as Nitrogen	Azo dye
ความเป็นด่างของน้ำ	milligram/liter CaCO3	Titration method (APHA, 1980)

6. การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ในระหว่างการทดลองทำการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ อัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต และระยะเวลาพัฒนาการของลูกปลาแมนดารินจนกระทั่งถึงระยะที่มีการเปลี่ยนรูปร่าง (Metamorphosis) ดังนี้

- อัตราการรอดตาย (survival rate) นับจำนวนลูกปลา และคำนวณหาอัตราการรอดตายโดยใช้สูตร

$$\text{อัตราการรอดตาย} = \frac{\text{จำนวนลูกปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} \times 100}{\text{จำนวนลูกปลาเริ่มทดลอง}} \quad (1)$$

- การเจริญเติบโต บันทึกภาพพร้อมสเกลวัดขนาดภายใต้ Miview cap หลังจากนั้นทำการวัดขนาดลูกปลาก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้โปรแกรม Image Tool บันทึกการเปลี่ยนแปลง และวัน เดือน ปี ที่พบ

- การเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ชั่งน้ำหนักของลูกปลาก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง และนำค่าที่ได้มาคิดค่าเฉลี่ยเพื่อวิเคราะห์ผล

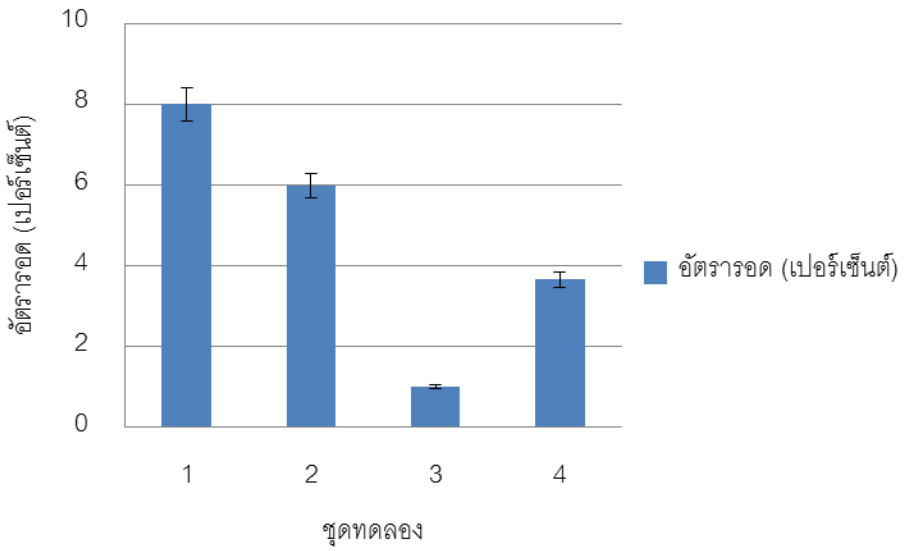
- ระยะเวลาในการพัฒนาการของลูกปลา สังเกตและนับจำนวนลูกปลาทุกครั้งที่พบการเปลี่ยนแปลง และบันทึกวัน เดือน ปี

- การวิเคราะห์ข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบอัตราการรอด การเจริญเติบโต และระยะของการพัฒนาการของลูกปลาแมนดารินด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และ A Tukey's multiple comparisons test โดยการใช้โปรแกรม SPSS

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. อัตราการรอดตาย (survival rate)

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าลูกปลาแมนดารินที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรดไขมันและกับวิตามินซีทั้ง 4 ชุดการทดลองคือ 0, 100, 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตรารอดตายเท่ากับ 8.00±3.60, 6.00±3.60, 1.00±1.00 และ 3.66±2.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) จากการทดลองแนวโน้มอัตราการรอดตายของลูกปลาแมนดารินที่อนุบาลด้วยกรดไขมันและวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตรารอดตายที่ดี คือ 8.00±3.60 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ 100, 300 และ 200 มิลลิกรัมลิตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Yousefian and Najafpour (2011) ที่ศึกษาผลของการเสริมกรดไขมันและวิตามินซีในปลา *Acipenser persicus* เปรียบเทียบกับอาร์ทีเมียที่ไม่มีการเสริมกรดไขมันและวิตามินซีพบว่าผลที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามลูกปลายังคงมีความต้องการกรดไขมันและวิตามินซีซึ่งมีความจำเป็นสำหรับปลาที่ถูกเลี้ยงไว้ในบ่อเพื่อเป็นการเสริมสร้างความต้านทานโรคในปลาได้ และยังสอดคล้องกับการทดลองของ Gapasin *et al.* (1998) ที่ทำการศึกษาการเสริมกรดไขมันและวิตามินซีในอาหารมีชีวิตที่มีต่อปลานวลจันทร์ทะเล เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ากรดไขมันและวิตามินซีไม่มีผลต่ออัตรารอดของลูกปลานวลจันทร์ทะเล

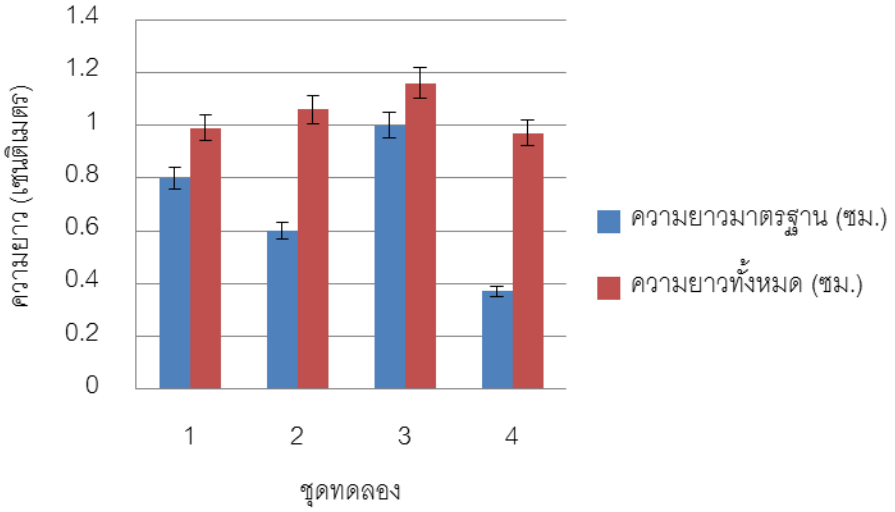


ภาพที่ 3 อัตรารอดของลูกปลาแมนดารินที่อนุบาลด้วยด้วยโรติเฟอร์ และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรดไขมันและวิตามินซีทั้ง 4 ชุดการทดลอง

2. การเจริญเติบโต

2.1 การเจริญเติบโตด้านความยาว

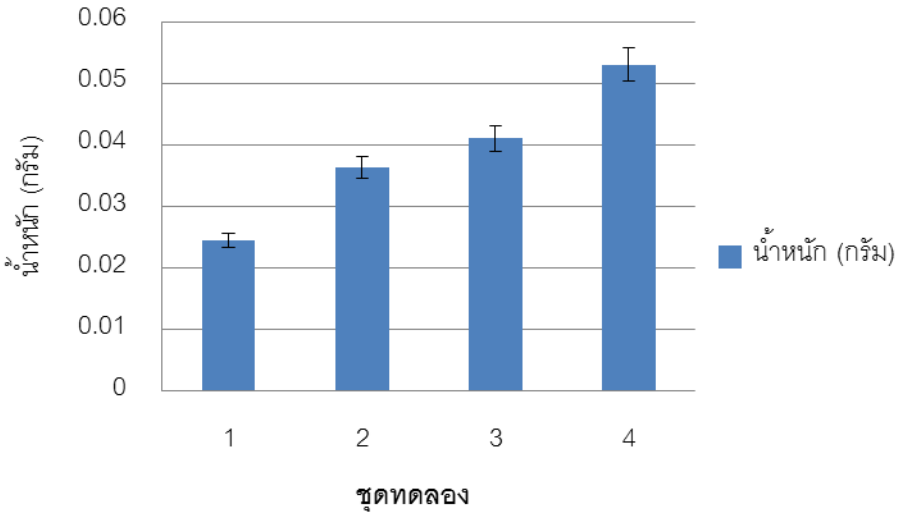
ความยาวทั้งหมดของลูกปลาแมนดารินก่อนการทดลองเฉลี่ยเท่ากับ 0.16 เซนติเมตร (n=10) (ภาพที่ 3) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าลูกปลามีความยาวมาตรฐานที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 0.80±3.60 (n=8), 0.60±3.60 (n=6), 1.00±1.00 (n=1) และ 0.37±2.66 (n=4) เซนติเมตร ตามลำดับ และความยาวทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ยเท่ากับ 0.99±1.52 (n=8), 1.06±2.66 (n=6), 1.16±3.09 (n=1) และ 0.97±1.80 (n=4) เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4) เมื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) คล้ายคลึงกันกับการทดลองของ Adloo *et al*. (2012) ที่ทำการศึกษาผลของการเสริมกรดไขมัน วิตามินซี และวิตามินอีต่อการเจริญเติบโต อัตรารอด และความต้านทานความเครียดในปลา Yellowfin Seabream พบว่าปัจจัยด้านการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดลอง



ภาพที่ 4 การเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกปลาแมนดารินที่อนุบาลด้วยด้วยโรติเฟอร์ และอาร์ทีเมีย ที่เสริมด้วยกรดไขมันและวิตามินซีทั้ง 4 ชุดการทดลอง

2.2 การเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมกรดไขมันและวิตามินซีทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 0.02±0.01 (n=8), 0.03±0.02 (n=6), 0.04±0.02 (n=1) และ 0.05±0.02 กรัม (n=4) ตามลำดับ เมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) โดยลูกปลาแมนดารินที่ทำการเสริมด้วยกรดไขมันและวิตามันซีที่ระดับความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มที่ดี คือ 0.05±0.02 กรัม รองลงมาคือ 200, 100 และ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เช่นเดียวกับการทดลองของ Heydari & Akbary (2011) ที่ทำการศึกษาผลของการเสริมกรดไขมันและวิตามินซีที่เสริมในอาร์ทีเมียที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันต่ออัตรารอด การเจริญเติบโต และความต้านทานต่อความเครียดของปลาเรนโบว์เทร้าส์ พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองการเจริญเติบโต น้ำหนัก และอัตรารอดไม่มีความแตกต่างกัน และ Sandel & Daniel (1988) และ Sandnes (1991) กล่าวว่าวิตามินซีเป็นสารอาหารที่สำคัญและเป็นสิ่งจำเป็นในอาหารของลูกปลาวัยอ่อน และยังช่วยในการสังเคราะห์ของคอลลาเจนที่จำเป็นในการสร้างเนื้อเยื่อและกระดูก นอกจากนี้ Stacey (2006) กล่าวว่าการเจริญเติบโตทางด้านสรีรวิทยาของปลาวัยอ่อนพบว่ามีความต้องการวิตามินซีสูงกว่าในวัยอื่น ทำให้มีอัตรารอดและการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และยังพบว่าวิตามินซียังช่วยสร้างความต้านทานและภูมิคุ้มกันได้อีกด้วย โดยส่วนใหญ่ปลาไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินซีได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหารที่กินเข้าไป การขาดวิตามินซีในอาหารจึงอาจมีผลต่อการพัฒนาของลูกปลาในด้านโครงสร้างต่างๆ ได้



ภาพที่ 5 การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของลูกปลาแมนดารินที่อนุบาลด้วยด้วยโรติเฟอร์ และอาร์ทีเมีย ที่เสริมด้วยกรดไขมันและวิตามินซีทั้ง 4 ชุดการทดลอง

ภาพที่ 6 ลูกปลาแมนดารินก่อนการทดลอง

ภาพที่ 7 ลูกปลาแมนดารินเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

3. **พัฒนาการของลูกปลาแมนดาริน**

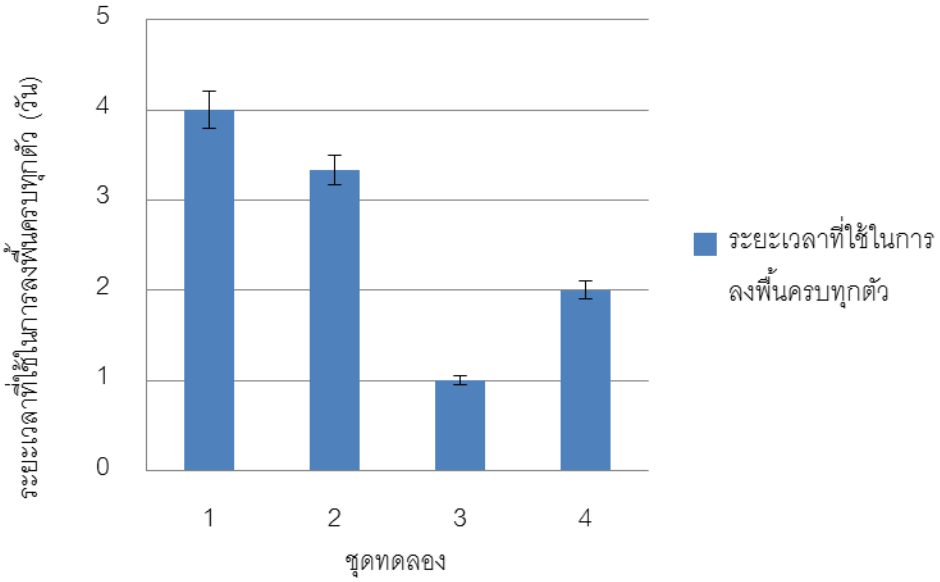
พัฒนาการของลูกปลาแมนดาริน ด้านระยะเวลาในการลงพื้น เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลองที่ 2 เสริมกรดไขมันและวิตามินซีที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ลูกปลาแมนดารินเริ่มมีการลงพื้นครั้งแรกที่อายุ 11 วัน (ตารางที่ 3) และลูกปลาลงพื้นครบทุกตัวทุกชุดการทดลอง ที่อายุ 20 วัน แต่เมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การลงพื้นครั้งแรกเมื่ออายุ 11 วัน ของลูกปลาแมนดารินที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรดไขมันและวิตามินซีทั้ง 4 ชุดการทดลอง

ระดับของวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	เปอร์เซ็นต์การลงพื้นครั้งแรกเมื่ออายุ 11 วัน [ns] (เปอร์เซ็นต์)	ระยะเวลาที่ลงพื้นครบทุกตัว (วัน) [ns]
0	0.00±0.00	4.00±1.52
100	0.67±0.67	3.33±1.20
200	0.00±0.00	1.00±0.00
300	0.00±0.00	2.00±1.00

หมายเหตุ ns คือ ความไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน

ในด้านการพัฒนาการของลูกปลาแมนดารินนั้นลูกปลาลงพื้นเร็วที่สุดที่อายุ 11 วัน ที่ระดับความเข้มข้นของวิตามินซี 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และลงพื้นครบทุกชุดการทดลองที่อายุ 20 วัน แต่ละชุดการทดลองจะใช้เวลาในการลงพื้นนับตั้งแต่เริ่มมีการลงพื้นจนครบ 4.00±1.52, 3.33±1.20, 1.00±0.00 และ 2.00±1.00 วัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) โดย Dhert and Sorgeloos (1995) กล่าวว่าวิตามันซีนับว่ามีบทบาทสำคัญในด้านการรักษาการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันต่างๆ และเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำงานของกระบวนการทางด้านชีวภาพจำนวนมากในปลา และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอื่นๆ เช่น การรักษาความสมดุลของโครงสร้างภายในของร่างกาย การเจริญเติบโต รวมทั้งการอยู่รอด ในด้านค่าสัมฤทธิ์ทางชีววิทยา เช่น ความต้านทางต่อความเครียด พิษวิทยา และระบบภูมิคุ้มกันที่ดีขึ้น โดยความต้องการวิตามินซีของตัวอ่อน และตัวเต็มวัยนั้นมีความแตกต่างกันในแต่ละระยะ



ภาพที่ 8 ระยะเวลาที่ใช้ในการลงพื้นครบทุกตัวของลูกปลาแมนดารินที่อนุบาลด้วยด้วยโรติเฟอร์ และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรดไขมันและวิตามินซีทั้ง 4 ชุดการทดลอง

4. คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง

ในระหว่างการทดลองทำการวิเคราะห์น้ำระหว่างการทดลอง โดยทำการวิเคราะห์ทุกสัปดาห์ๆ 1 ครั้ง โดยทำการวิเคราะห์แอมโมเนีย ไนไตรท์ ความเป็นด่างของน้ำ ความเค็ม ความเป็นกรดเป็นด่าง และอุณหภูมิ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำระหว่างการทดลองเมื่อทำการอนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรดไขมันและวิตามินซีทั้ง 4 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง[ns]					
	แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ไนไตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ความเค็ม (ppt)	กรดด่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
1	0.179±0.03	0.166±0.02	101±3.84	32±0.33	7.72±0.11	26.7±0.20
2	0.216±0.01	0.158±0.01	102±2.66	32±0.33	7.71±0.07	26.43±0.31
3	0.226±0.01	0.147±0.01	103±2.96	32±0.33	7.62±0.10	26.93±0.23
4	0.275±0.08	0.149±0.02	101±4.04	32±0.33	7.59±0.11	27.10±0.20

หมายเหตุ ns คือ ความไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกัน

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของการเสริมกรดไขมันและวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0, 100, 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทดลองพบว่าการเสริมกรดไขมันและวิตามินซีทั้ง 4 ระดับไม่มีผลต่ออัตรารอด การเจริญเติบโต และพัฒนาการของลูกปลาแมนดาริน โดยแนวโน้มลูกปลาแมนดารินที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียที่เสริมด้วยกรดไขมันและวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตรารอดที่ดี การเจริญเติบโตด้านความยาวที่ดีที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำหนักที่ดีที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร และการพัฒนาการที่ดีที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 164/2558 ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้การสนับสนุนการวิจัย สามารถดำเนินการวิจัยได้ตามแผนวิจัยที่วางไว้

งานวิจัยในครั้งนี้สามารถดำเนินการไปได้ตามแผนที่วางไว้ในโครงการวิจัยคณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการแผนวิจัยที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษาเมื่อมีปัญหาอุปสรรค ขอขอบคุณบุคลากรในงานวิจัยเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในโครงการนี้ ขอขอบคุณคณะวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ของโครงกาวิจัยทุกท่านที่ทุ่มเทกำลังกาย กำลังใจ และความคิดในการทำวิจัยตามแผนวิจัยของโครงการและร่วมฟันฝ่าอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการวิจัยจนทำให้งานวิจัยสามารถบรรลุผลตามเป้าหมายที่วางไว้

เอกสารอ้างอิง

Adloo, M.N., A. Matinfar and I. Sourinezhad. (2012). Effects of Feeding Enriched *Artemia* Fransiscana with HUFA, Vitamin C and E on Growth Performance, Survival and Stress Resistance of Yellowfin Seabream Larvae. *Aquaculture Journal, Res Dev 3*,157.

Chutpoom P.,Tanasomwang V.,Kuakaew J. and Thongbor V. (2008). concentration and period of time for fish oil enrichment in rotifer (Brachionus sp.) and brine shrimp (*Artemia* sp.) as live feed for saddleback anemone fish larvae (Amphiprion polymnus Linnaeus, 1758). 18 pp.In *Academic Documents* No.48/2551. Department of Fisheries, Bangkok (Thailand). Coastal Fisheries Research and Development Bureau. Samutsakhon Coastal Fisheries Reseach and Development Center.

Clarissa L. Marte. (2003). Larviculture of marine species in Southeast Asia: current research and industry prospects. *Aquaculture Journal, 227*,293–304.

Dhert PH, Sorgeloos P. (1995). Live feeds in aquaculture, in: Nambiar KPP, Singh T. (Ed.) (1995). Aquaculture towards the 21th Century. pp. 209-219. In *Proceedings of INFOFISH-AQUATECH 94*. International Conference on Aquaculture.

Gapasin R.S.J., Bombeo R., Lavens P., Sorgeloos P., Nelis H.J. (1998). Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effects on milkfish. (Chanos chanos) larval performance. *Aquaculture Journal, 162*, 269-285.

Heydari, M. and Akbary, P. (2011). Enrichment of *Artemia* nauplii with Essential Fatty Acids and Vitamin C: Effect on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Larvae Performance. pp 45-50. In *International conference on Agricultural and Animal Science IPCBEE*. vol. 22. Singapore.

Matthew L. Wittenrich. (2007). The Complets Illustrated Breeder's Guide to Marine Aquarium Fishes. *T.F.H. Publications*. 304.

Sandel, L.J. and J.C., Daniel. (1988). Effect of ascorbic acid on collagen in RNA levels in short term chondrocyte cultures. pp. 11–22. In *Connect Tissue Res*. ,*17*(1).

Sandnes, K. (1991). Vitamin C in fish nutrition a review. pp. 3-32. In *Fiskeridir*. Skr., Ser. Ernaer.

Stacey, R. (2006). Nutrition Support of Fish.*Journal of Exotic Pet Medicine, 15*(4), 264-268.

Yousefian M. and S.H. Najafpour. (2011). Enrichment of *Artemia* Using Highly Unsaturated FattyAcid and Vitamin C in Larval Culture of *Acipenser persicus*.*Journal World Applied Science,12*(8), 1266-1268.