การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องจากการอนุบาลด้วยฮาร์แพคทิคอยโคพีพอด

สุภาวดี จุลละศร[1*] ปรัชย์เฉก คลังสิน[2] ภาวนา กังเตีย[2] รัชดาวรรณ จุลลวาทีเลิศ[2] วงศ์ปิยะ อนันต์สถิตพร[2] และ พรตรียา กมุดรัตน์[3]

มหาวิทยาลัยรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง (*Amphiprion clarkii*) ซึ่งอนุบาลหลังฟักออกจากไข่ โดยให้อาหารประเภทฮาร์แพคทิคอยโคพีพอดชนิดต่างๆ 5 ชนิด ได้แก่ *Tigriopus sirindhornae*, *T.thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascellachoi* และ *Nitokra karanovici* การทดลองแบ่งออกเป็น 7 ชุดการทดลอง คือ ชุดที่ 1 อนุบาลลูกปลาด้วย *T. sirindhornae* ชุดที่ 2 อนุบาลลูกปลาด้วย *T. thailandensis* ชุดที่ 3 อนุบาลลูกปลาด้วย *T. japonicus* ชุดที่ 4 อนุบาลลูกปลาด้วย *Paramphiascella choi* ชุดที่ 5 อนุบาลลูกปลาด้วย *Nitokra karanovici* ชุดที่ 6 อนุบาลลูกปลาด้วยอาหารผสมรวมฮาร์แพคทิคอยโคพีพอด 5 ชนิด (*T. sirindhornae*+ *T. thailandensis*+*T. japonicus*+*Paramphiascella choi*+*Nitokra karanovici*) ชุดที่ 7 อนุบาลลูกปลาด้วยโรติเฟอร์ (*Brachionus*) + *Artemia nauplii* และในทุกชุดการทดลองให้โรติเฟอร์เป็นอาหารเสริม จากผลการตรวจวัดอัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาขณะอายุ 10 ถึง 45 วัน พบว่าในชุดการทดลองที่ 6 ลูกปลาการ์ตูนมีอัตราการเจริญดีที่สุดเท่ากับ 0.077 เซนติเมตร/ตัว/วัน โดยมีความยาวลำตัวเฉลี่ย 3.47 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 0.73 กรัม รองลงมาคือชุดที่ 1 3 2 5 4 ตามลำดับ และชุดการทดลองที่ 7 ต่ำที่สุดเป็น 0.052 เซนติเมตร/ตัว/วัน ความยาวเฉลี่ย 2.36 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 0.25 กรัม การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าฮาร์แพคทิคอยโคพีพอดมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นอาหารมีชีวิตในการอนุบาลลูกปลาทะเล ขณะที่โรติเฟอร์และนอเพลียสของอาร์ทีเมียยังคงความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นอาหารเสริม

คำสำคัญ : ลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง / ฮาร์แพคทิคอยโคพีพอด / *Brachionus* / *Artemia nauplii*

* *Corresponding author : chu__supawadee@ru.ac.th*

1 *ศาสตราจารย์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์*

2 *ผู้ช่วยนักวิจัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์*

3 *นักศึกษาระดับปริญญาโทภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์*

Study on Growth Rates of Amphiprion clarkii Larvae Fed with Harpacticoid Copepods

Supawadee Chullasorn[1], Pradchek Klangsin[2], Pawana Kangtia[2], Ratchadawan Jullawateelert[2], Wongpiya Anansatitporn[2] and Porntriya Kamudrat[3]

Ramkhamhaeng University, Huamark, Bangkapi, Bangkok 10240, Thailand

Abstract

The purpose of this research was to study larval growth of Clark's anemonefish (*Amphiprion clarkii*) fed with harpacticoid copepods. After hatching, A. clarkii larvae were fed with 5 species of harpacticoid copepods (*Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* and *Nitokra karanovici*) as well as rotifers and were divided into 7 experimental groups. Experimental Group 1 was fed with *T. sirindhornae*, Group 2 with *T. thailandensis*, Group 3 with *T. japonicus*, Group 4 with *Paramphiascella choi*, Group 5 with *Nitokra karanovici*, Group 6 with 5 species of harpacticoid copepods (*T. sirindhornae+T.thailandensis+T. japonicus+Paramphiascella choi +Nitokra karanovici*) and Group 7 with Rotifers (*Brachionus*)+*Artemia* nauplii. In addition, each group of fish larvae was fed with rotifers as supplementary food from 10th to 45th days. The experimental Group 6 showed the best results with larval growth rate of 0.077 gm/ind./day, average length of 3.47 cm and average weight of 0.73 g; this was followed in descending order by Groups 1, 3, 2, 5 and 4. Group 7 exhibited least satisfactory results, with larval growth rate of 0.052 cm/ind./day, average length of 2.36 cm and average weight of 0.25 g. This study indicated that harpacticoid copepods are suitable as live feeds for marine fish larviculture, while *Brachionus* and *Artemia* nauplii are also important as supplementary diets.

Keywords : Clark's Anemonefish Larvae / Harpacticoid Copepods / *Brachionus* /*Artemia nauplii*

* *Corresponding author : chu__supawadee@ru.ac.th*

1 *Professor, Department of Biology, Faculty of Science.*

2 *Research Assistants, Department of Biology, Faculty of Science.*

3 *Graduate Student, Department of Biology, Faculty of Science.*

1. บทนำ

ปลาการ์ตูนลายปล้อง (Clark's Anemonefish, *Amphiprion clarkii* Bennett, 1830) เป็นปลาสวยงามขนาดเล็กยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร แต่อาจโตได้ถึง 15 เซนติเมตร ลำตัวมีสีดำเข้ม ที่ส่วนหน้าของครีบอกและบริเวณหางมีสีเหลือง มีแถบขาว 3 แถบที่ส่วนหัว ลำตัว และโคนหาง มีสีสวยสดใสลวดลายแปลกๆ จึงนิยมเลี้ยงกันมาก ในธรรมชาติปลาการ์ตูนชอบอาศัยตามแนวปะการังอยู่ร่วมกับดอกไม้ทะเล จากความน่ารักมักถูกมนุษย์จับไปเลี้ยงไว้ดูเล่นหรือจำหน่ายได้เงินตรา เป็นเหตุให้ปลาการ์ตูนลดจำนวนลงอย่างรวดเร็วจนใกล้จะสูญพันธุ์ ฉะนั้น ทั้งภาครัฐและเอกชนจึงได้คิดค้นหาวิธีเพาะพันธุ์และเพาะเลี้ยงปลาการ์ตูนเป็นการชดเชย โดยให้โรติเฟอร์ (Rotifer, *Brachionus* sp.) และตัวอ่อนนอเพลียสของอาร์ทีเมียหรืออาร์ทีเมียแรกฟัก (*Artemia* nauplii) รวมทั้งให้สาหร่ายขนาดเล็ก (microalgae) เป็นอาหารมีชีวิต (live foods) สำหรับอนุบาลลูกปลาการ์ตูนระยะแรกฟักและในวันต่อๆ ไป แต่ก็ประสบกับปัญหาที่มีอัตราการตายของลูกปลาสูงมาก มีอัตรารอดชีวิตเพียงร้อยละ 10-20 ทั้งนี้เนื่องจากโรติเฟอร์และนอเพลียสอาร์ทีเมียแรกฟักนอกจากมีคุณค่าทางโภชนาการไม่เพียงพอแล้ว ยังขาดกรดไขมันที่จำเป็น (essential fatty acid) ซึ่งลูกปลาต้องการสำหรับการเจริญเติบโตเป็นอย่างมาก รวมทั้งอาจมีขนาดไม่พอเหมาะกับขนาดปากของลูกปลาที่เล็กมากๆ เป็นเหตุให้ลูกปลาตายในระยะแรกฟักมากที่สุด [5, 8, 9, 16, 17]

Kuhlmann [6, 8, 12] ได้รายงานไว้ว่า โคพีพอดระยะตัวเต็มวัย ตัวอ่อนโคพีพอดิด และตัวอ่อนนอเพลียสเป็นอาหารสำคัญช่วยพัฒนาการเจริญเติบโตได้ดีกว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยโรติเฟอร์และอาร์ทีเมีย นอกจากนี้ McEvoy [14] ได้เสริมว่าปลาที่เลี้ยงด้วยโคพีพอดมีสีสวยมากกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย เนื่องจากโคพีพอดมีกรดไขมัน ปริมาณโปรตีนและคุณค่าทางโภชนาการอื่นสูงกว่าอาร์ทีเมีย [14-15] ได้แสดงให้เห็นว่าฮาร์แพคติคอยโคพีพอดสามารถเปลี่ยน n-3 Polyunsaturated Fatty Acids เป็น Essential Fatty Acids docosahexaenoic acid (DHA) และ eicosapentaenoic acid (EPA) ซึ่งจำเป็นสำหรับการรอดชีวิตของลูกปลาอย่างยิ่ง Drillet และคณะ [4] ได้ทำการเพาะเลี้ยงโคพีพอดจนได้หนาแน่นระดับมหมวล นับเป็นเหตุจูงใจให้นักวิชาการจำนวนมากสนใจการเพาะเลี้ยงฮาร์แพคติคอยโคพีพอดซึ่งมีศักยภาพในการเจริญพันธุ์สูง สามารถเพิ่มจำนวนประชากรได้ภายในเวลาอันสั้น กินอาหารได้หลากหลายชนิดและทนต่อปัจจัยสภาวะแวดล้อมในช่วงกว้าง เช่น อุณหภูมิและความเค็ม [7, 10, 18,19]

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องจากการอนุบาลด้วยอาหารมีชีวิต ได้แก่ ฮาร์แพคติคอยโคพีพอด 5 ชนิด: *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi*, *Nitokra karanovici* และ *Brachionus+Artemia* nauplii (ชุดควบคุม)

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วิธีการเพาะเลี้ยงฮาร์แพคติคอยโคพีพอด และแพลงก์ตอนสัตว์

2.1.1 ทำการเพาะเลี้ยงฮาร์แพคติคอยโคพีพอด 5 ชนิด ได้แก่ *Tigriopus sirindhornae* = *Ts*, *T. thailandensis* = *Tt*, *T. japonicus* = *Tj*, *Paramphiascella choi* = *Pc*, *Nitokra karanovici* = *Nk* โดยแยกขยายการเพาะเลี้ยงโคพีพอดแต่ละชนิดข้างต้นจากหัวเชื้อ (Master culture) ที่ได้ควบคุมความเค็มน้ำทะเลไว้ที่ 32 ppt และอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ใส่ลงในภาชนะขนาด 10 ลิตร ให้สาหร่ายขนาดเล็กได้แก่ *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis* sp. และ *Chaetoceros* sp. (50,000 เซลล์/มิลลิลิตร) เป็นอาหารทุกวันเว้นวัน พร้อมเติมน้ำทะเล 100 มิลลิลิตรแทนที่ระเหยไปสัปดาห์ละครั้ง แยกตัวอ่อนนอเพลียสออกจากตัวอ่อนโคพีพอดิดและตัวเต็มวัย โดยใช้ถุงกรองขนาดตา 300, 100 และ50 µm ตามลำดับ

2.1.2 ทำการเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์สกุล *Brachionus* ในภาชนะ 10 ลิตร ความเค็มน้ำทะเล 30 ppt อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ให้สาหร่าย *Chlorella* sp. (50,000 เซลล์/มิลลิลิตร) เป็นอาหาร

2.1.3 ทำการฟักไข่อาร์ทีเมีย (*Artemia* cysts) ในถังพลาสติก ความเค็มน้ำทะเล 32 ppt เป่าออกซิเจนแรงๆ เพื่อแยกเปลือกไข่และไข่เสียซึ่งจะลอยอยู่ที่ผิวน้ำ ภายใน 24-36 ชั่วโมง จะได้ตัวอ่อนนอเพลียสของอาร์ทีเมีย

(*Artemia* nauplii) ว่ายน้ำอย่างกระฉับกระเฉง

2.2 การฟักไข่ปลาการ์ตูนลายปล้อง

บรรจุน้ำทะเลธรรมชาติที่ผ่านการกรองและฆ่าเชื้อแล้วลงในตู้ปลาขนาดยาว 24 นิ้ว กว้าง 12 นิ้วและสูง 16 นิ้ว ควบคุมความเค็มไว้ที่ 32 ppt และอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียสหลังจากลูกปลาฟักออกจากไข่แล้ว ใส่สาหร่ายขนาดเล็กได้แก่ *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis* sp. และ *Chlorella* sp. รวมทั้ง *Brachionus* และนอเพลียส (nauplius = n) ของฮาร์แพคทิคอยโคพีพอด (Harpacticoid copepod nauplii) 5 ชนิดได้แก่ *Ts* n+ *Tt* n+*Tj* n+*Pc* n+*Nk* n+*Brachionus* (*B*) ลงไปในตู้เพื่อเป็นอาหารอนุบาลลูกปลาจนถึงอายุ 10 วัน

การวางแผนการทดลอง (Experimental design) ได้สุ่มแยกลูกปลาอายุ 10 วันเป็น 7 ชุดการทดลอง โดยใส่ลูกปลาชุดละ 30 ตัวและให้ *Brachionus* ประมาณ 50 เซลล์/มิลลิลิตร เป็นอาหารเสริม ชุดการทดลองที่ 1 ถึงที่ 5 ให้ *T. sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* และ *Nitokra karanovici* ตัวเต็มวัย (adult = a) เพิ่ม ตามลำดับ ชุดการทดลองที่ 6 ให้ *Ts* a+*Tt* a+*Tj* a+*Pc* a+*Nk* a ชุดการทดลองที่ 7 จัดเป็นชุดควบคุม (Control) ให้ *Brachionus* (*B*)+*Artemia* nauplii (*A* n) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อาหารมีชีวิตที่ใช้อนุบาลปลาการ์ตูนลายปล้อง ได้แก่

ชุดการทำลองที่	อาหารมีชีวิต
1	*Ts* n +*Ts* a + (*B*+*A* n)
2	*Tt* n + *Tt* a + (*B*+*A* n)
3	*Tj* n +*Tj* a + (*B*+*A* n)
4	*Pc* n + *Pc* a + (*B*+*A* n)
5	*Nk* n +*Nk* a + (*B*+*A* n)
6	*Ts* n a+*Tt* n a+*Tj* n a+*Pc* n a+ *Nk* n a + (*B*+*A* n)
7	*B*+*A* n

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องที่เหลือรอดชีวิตเมื่ออายุครบ 45 วัน โดยวิธีวิเคราะห์ One-way ANOVA และ Tukey HSD ที่ระดับนัยสำคัญ $P<0.05$

2.4 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของฮาร์แพคทิคอยโคพีพอด

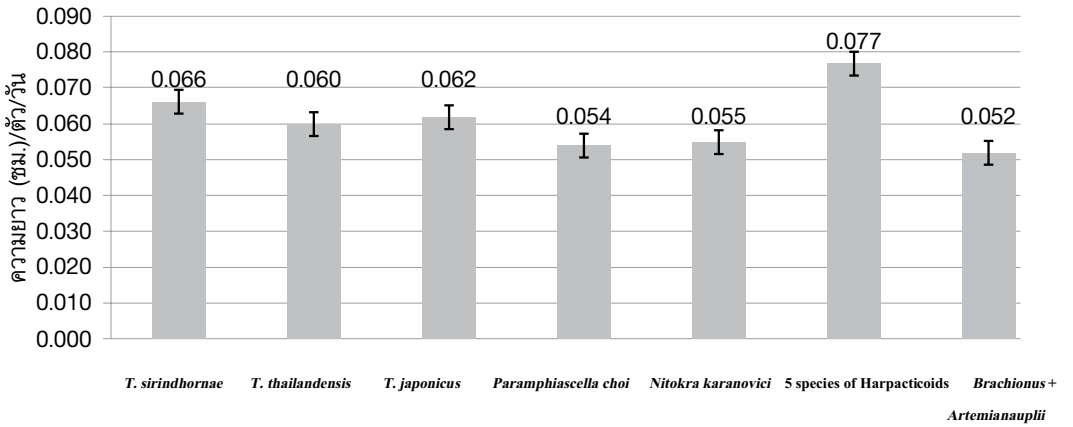
ใช้วิธีการของ Lapage และ Roy (1966) โดยนำตัวอย่างโคพีพอดมีชีวิตมากรองผ่านถุงกรองขนาดตา 63 µm พร้อมล้างความเค็มโดยให้ผ่านน้ำประปา แล้วเทสัตว์ใส่จานฟอยล์เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. นำไปแช่ช่องแข็งในตู้เย็นไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง กระทำเช่นนี้จนกระทั่งสามารถรวบรวมตัวอย่างโคพีพอดได้ปริมาณมากเพียงพอ เนื่องจากโคพีพอดไม่มีน้ำหนัก แล้วจึงนำไปแช่ในตู้แช่แข็ง (deep freeze) ที่อุณหภูมิ -70 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง นำเข้าเครื่องทำ freeze-dry อีก 12 ชั่วโมง ต่อจากนั้นเทตัวอย่างจากจานฟอยล์ลงในถุงแช่ไว้ในช่องแช่แข็งของตู้เย็น เพื่อรอนำไปสกัดไขมันและวิเคราะห์กรดอะมิโนโดยนำส่งให้หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลเพื่อดำเนินการวิเคราะห์ต่อไป

3. ผลการทดลอง

3.1 อัตราการรอด

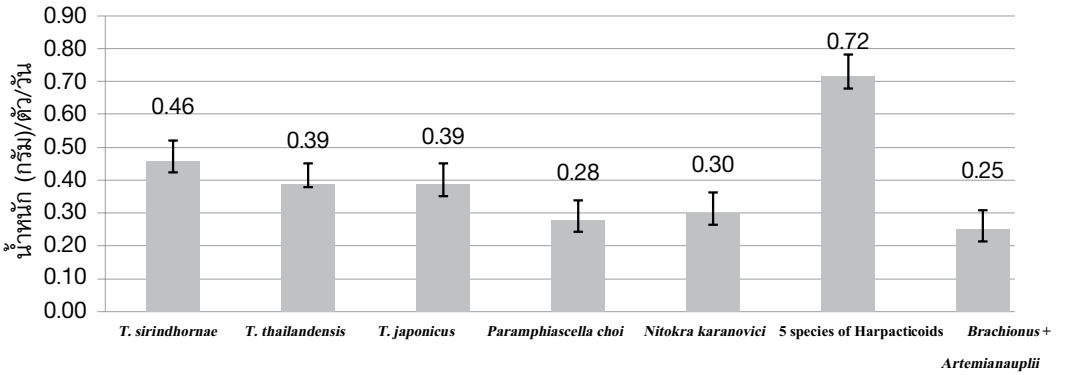
เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปรากฏว่าลูกปลาการ์ตูนลายปล้องในทุกชุดการทดลองมีอัตรารอดชีวิตร้อยละ 100 (100%)

3.2 อัตราการเจริญเติบโต



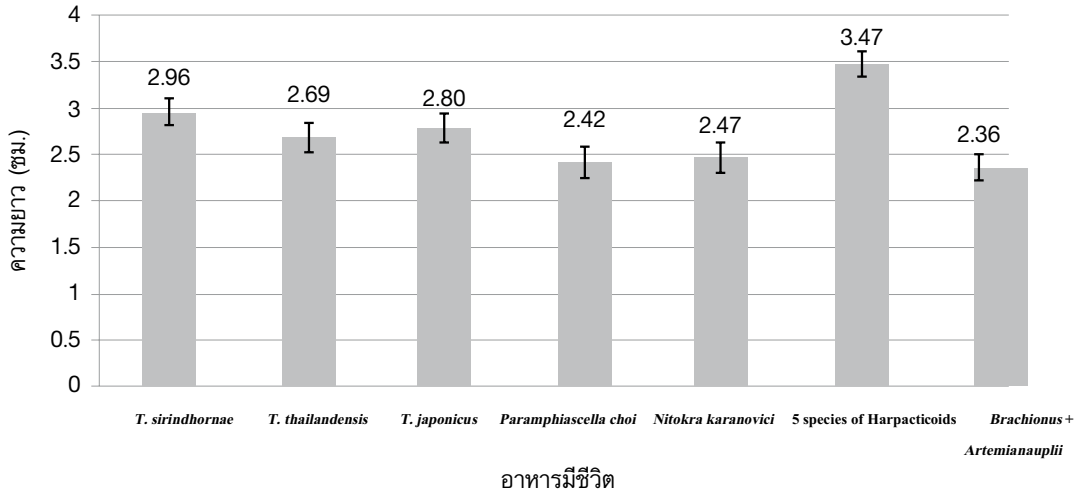
รูปที่ 1 อัตราการเจริญเติบโต (ความยาว) ของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องที่อนุบาลด้วยอาหารแตกต่างกัน

วัดอัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง (รูปที่ 1) พบลูกปลาที่อนุบาลด้วยฮาร์แพคติคอยด์โคพีพอดรวมกัน 5 ชนิด (ชุดการทดลองที่ 6) ให้อัตราการเจริญสูงที่สุด 0.077 เซนติเมตร/ตัว/วัน รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ 1 (0.066 เซนติเมตร/ตัว/วัน) ชุดที่ 3 (0.062 เซนติเมตร/ตัว/วัน) ชุดที่ 2 (0.060 เซนติเมตร/ตัว/วัน) ชุดที่ 5 (0.055 เซนติเมตร/ตัว/วัน) ชุดที่ 4 (0.054 เซนติเมตร/ตัว/วัน) และชุดที่ 7 ต่ำสุด (0.052 เซนติเมตร/ตัว/วัน) ตามลำดับ



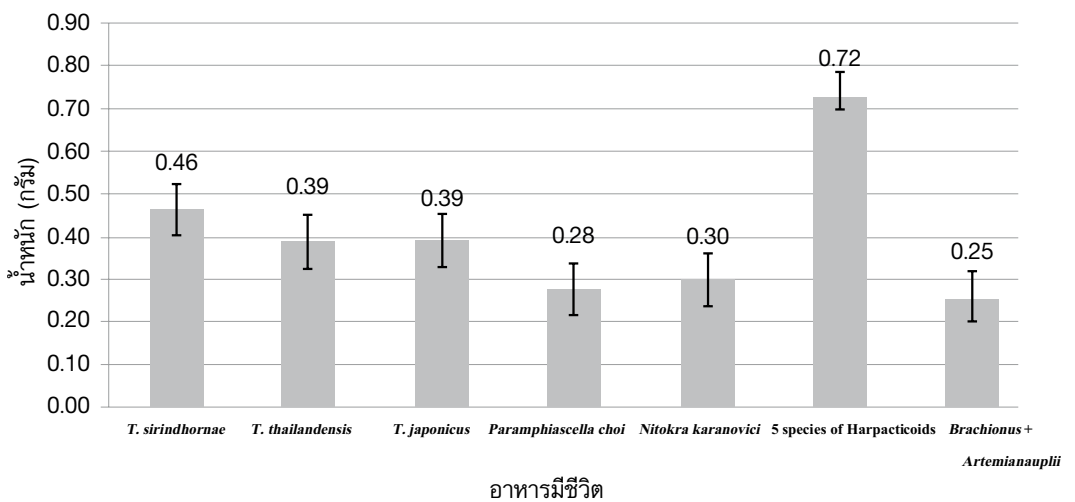
รูปที่ 2 อัตราการเจริญเติบโต (น้ำหนัก) ของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องที่อนุบาลด้วยอาหารแตกต่างกัน

อัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาวัดเป็นน้ำหนักเฉลี่ยต่อวัน (รูปที่ 2) พบว่าลูกปลาที่อนุบาลด้วยฮาร์แพค-ทิคอยโคพีพอดรวมกัน 5 ชนิด (ชุดการทดลองที่ 6) มีการเจริญเติบโตสูงที่สุด 0.016 กรัม/ตัว/วัน รองมาคือการทดลองที่ 1 (0.010 กรัม/ตัว/วัน) การทดลองที่ 3 (0.008 กรัม/ตัว/วัน) การทดลองที่ 2 (0.008 กรัม/ตัว/วัน)การทดลองที่ 5 (0.007 กรัม/ตัว/วัน) การทดลองที่ 4 (0.006 กรัม/ตัว/วัน) และ การทดลองที่ 7 ต่ำสุด (0.005 กรัม/ตัว/วัน) ตามลำดับ



รูปที่ 3 ความยาวเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง 30 ตัวที่อนุบาลด้วยอาหารมีชีวิตแตกต่างกัน

หลังจากอนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องครบอายุ 45 วันแล้ว ผลปรากฏว่าลูกปลามีอัตราการเจริญเติบโตไม่เท่ากัน (รูปที่ 3) โดยชุดการทดลองที่ 6 มีค่าความยาวเฉลี่ยลูกปลาสูงที่สุด 3.47 เซนติเมตร รองมาเป็นชุดที่ 1 (2.96 เซนติเมตร) ชุดที่ 3 (2.80 เซนติเมตร) ชุดที่ 2 (2.69 เซนติเมตร) ชุดที่ 5 (2.47 เซนติเมตร) ชุดที่ 4 (2.42 เซนติเมตร) และชุดที่ 7 (2.36 เซนติเมตร) ตามลำดับ



รูปที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง 30 ตัวที่อนุบาลด้วยอาหารมีชีวิตแตกต่างกัน

จากรูปที่ 4 ลูกปลาการ์ตูนลายปล้องที่อนุบาลด้วยฮาร์แพคทิคอยโคพีพอดรวมกัน 5 ชนิด (ชุดการทดลองที่ 6) มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.72 กรัมซึ่งมีค่าสูงสุด รองมาคือการทดลองชุดที่ 1 (0.46 กรัม) ชุดที่ 3 (0.39 กรัม) ชุดที่ 2 (0.39 กรัม) ชุดที่ 5 (0.30 กรัม) ชุดที่ 4 (0.28 กรัม) และชุดที่ 7 (0.25 กรัม) ตามลำดับ

ข้อมูลทั้งความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องที่อนุบาลด้วยอาหารมีชีวิตแตกต่างกัน 7 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ตามตารางที่ 2และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 One-way ANOVA วิเคราะห์ข้อมูลความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องจากการอนุบาลด้วยอาหารแตกต่างกัน

ความยาว

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	30	2.9567	.47755	.08719	2.7783	3.1350	2.00	3.80
2.00	30	2.6900	.49225	.08987	2.5062	2.8738	1.80	3.60
3.00	30	2.7967	.44216	.08073	2.6316	2.9618	1.80	3.50
4.00	30	2.4167	.52986	.09674	2.2188	2.6145	1.50	3.60
5.00	30	2.4667	.39246	.07165	2.3201	2.6132	1.90	3.40
6.00	30	3.4667	.44515	.08127	3.3004	3.6329	2.20	4.00
7.00	30	2.3633	.40214	.07342	2.2132	2.5135	1.90	3.20
Total	210	2.7367	.57628	.03977	2.6583	2.8151	1.50	4.00

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	27.053	6	4.509	21.610	.000
Within Groups	42.355	203	.209		
Total	69.408	209			

น้ำหนัก

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1.00	30	.4640	.20882	.03812	.3860	.5420	.14	.94
2.00	30	.3877	.20329	.03712	.3118	.4636	.11	.85
3.00	30	.3913	.16412	.02996	.3300	.4526	.10	.71
4.00	30	.2800	.16673	.03044	.2177	.3423	.05	.71
5.00	30	.2960	.14533	.02653	.2417	.3503	.11	.64
6.00	30	.7253	.24159	.04411	.6351	.8155	.17	1.10
7.00	30	.2553	.13793	.02518	.2038	.3068	.12	.58
Total	210	.4000	.23555	.01625	.3679	.4320	.05	1.10

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.689	6	.782	22.969	.000
Within Groups	6.907	203	.034		
Total	11.596	209			

ตารางที่ 3 Tukey HSD วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความยาวลูกปลาการ์ตูนลายปล้องจากการอนุบาลด้วยอาหารแตกต่างกัน

	(I) FoodType	(J) FoodTypes	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	1.00 (Tigriopus sirindhornae)	2.00	.26667	.11794	.268	-.0846	.6179
		3.00	.16000	.11794	.824	-.1912	.5112
		4.00	.54000*	.11794	.000	.1888	.8912
		5.00	.49000*	.11794	.001	.1388	.8412
		6.00	-.51000*	.11794	.000	-.8612	-.1588
		7.00	.59333*	.11794	.000	.2421	.9446
	2.00 (*T. thailandensis*)	1.00	-.26667	.11794	.268	-.6179	.0846
		3.00	-.10667	.11794	.972	-.4579	.2446
		4.00	.27333	.11794	.241	-.0779	.6246
		5.00	.22333	.11794	.487	-.1279	.5746
		6.00	-.77667*	.11794	.000	-1.1279	-.4254
		7.00	.32667	.11794	.087	-.0246	.6779
	3.00 (*T. japonicus*)	1.00	-.16000	.11794	.824	-.5112	.1912
		2.00	.10667	.11794	.972	-.2446	.4579
		4.00	.38000*	.11794	.025	.0288	.7312
		5.00	.33000	.11794	.081	-.0212	.6812
		6.00	-.67000*	.11794	.000	-1.0212	-.3188
		7.00	.43333*	.11794	.006	.0821	.7846
	4.00 (*Paramphiascella choi*)	1.00	-.54000	.11794	.000	-.8912	-.1888
		2.00	-.27333	.11794	.241	-.6246	.0779
		3.00	-.38000	.11794	.025	-.7312	-.0288
		5.00	-.05000	.11794	1.000	-.4012	.3012
		6.00	-1.05000	.11794	.000	-1.4012	-.6988
		7.00	.05333	.11794	.999	-.2979	.4046
	5.00 (*Nitokra karanovici*)	1.00	-.49000	.11794	.001	-.8412	-.1388
		2.00	-.22333	.11794	.487	-.5746	.1279
		3.00	-.33000	.11794	.081	-.6812	.0212
		4.00	.05000	.11794	1.000	-.3012	.4012
		6.00	-1.00000*	.11794	.000	-1.3512	-.6488
		7.00	.10333	.11794	.976	-.2479	.4546
	6.00 (Ts+Tt+Tj+Pc+Nk)	1.00	.51000*	.11794	.000	.1588	.8612
		2.00	.77667*	.11794	.000	.4254	1.1279
		3.00	.67000*	.11794	.000	.3188	1.0212
		4.00	1.05000*	.11794	.000	.6988	1.4012
		5.00	1.00000*	.11794	.000	.6488	1.3512
		7.00	1.10333*	.11794	.000	.7521	1.4546
	7.00 *Brachionus+Artemia* nauplii	1.00	-.59333	.11794	.000	-.9446	-.2421
		2.00	-.32667	.11794	.087	-.6779	.0246
		3.00	-.43333	.11794	.006	-.7846	-.0821
		4.00	-.05333	.11794	.999	-.4046	.2979
		5.00	-.10333	.11794	.976	-.4546	.2479
		6.00	-1.10333	.11794	.000	-1.4546	-.7521

3.3 คุณค่าทางโภชนาการของฮาร์แพคทิคอยโคพีพอด แสดงไว้ในตารางที่ 4 และตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์กรดไขมันและกรดอะมิโนได้

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของกรดไขมันที่พบในตัวฮาร์แพคทิคอยโคพีพอด *Tigriopus* 3 ชนิด

กรดไขมัน	*Tigriopus sirindhornae*	*Tigriopus thailandensis*	*Tigriopus japonicus*
Myristic acid (C14:0)		✓	
Pentadecanoic acid (C15:0)	✓	✓	
Palmitic acid (C16:0)	✓	✓	✓
Palmitoleic acid (C16:1)			✓
Stearic acid (C18:0)		✓	
Oleic acid [C18:1 (n-9)] (Omega - 9)	✓	✓	✓
Linoleic acid [C18:2 (n-6)] (Omega - 6)			✓
Alpha-Linolenic acid [C18:3 (n-3)] (Omega - 3)			✓
Cyclopentanetridecanoic acid (C19:0)			✓

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของกรดอะมิโนที่พบในตัวฮาร์แพคทิคอยโคพีพอด 5 ชนิด

กรดอะมิโน	มิลลิกรัม/ 100 มิลลิกรัม				
	Tigriopus siridhornae	*Tigriopus thailandensis*	*Tigriopus japonicus*	*Paramphias-cella choi*	*Nitokra karanovici*
Aspartic acid	4.30	4.87	5.20	3.55	3.25
Serine	1.95	2.30	2.50	1.94	1.50
Glutamic acid	6.58	7.31	7.52	4.77	4.28
Glycine	1.95	2.27	2.43	2.27	1.94
Histidine	0.74	0.89	0.97	0.73	0.69
Arginine	3.03	3.27	3.21	2.81	2.42
Threonine	1.88	2.20	2.33	1.89	1.41
Alanine	2.90	3.08	3.36	2.73	1.95
Proline	2.79	4.61	2.76	2.57	1.67
Tyrosine	1.42	1.68	2.11	1.46	0.93
Valine	1.99	2.29	2.54	2.14	1.49
Lysine	3.06	3.52	3.81	2.11	2.12
Isoleucine	1.49	1.73	1.84	1.31	1.08
Leucine	2.67	3.11	3.28	2.35	1.91
Phenylalanine	1.46	1.76	1.80	1.42	1.14

4. วิจารณ์ผล

ในการศึกษาครั้งนี้ สามารถประเมินศักยภาพการใช้ประโยชน์จากฮาร์แพคทิคอยโคพีพอด 5 ชนิดในการเป็นอาหารมีชีวิตอนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง โดยเปรียบเทียบกับอาหารมีชีวิตอื่นที่นักเพาะเลี้ยงลูกปลานิยมใช้กัน คือโรติเฟอร์+นอเพลียสของอาร์ทีเมีย ไม่พบลูกปลาตายระหว่างการทดลอง เป็นผลให้ได้อัตรารอดชีวิตของลูกปลาในทุกชุดการทดลองสูงถึงร้อยละ 100 โดยมีอัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาในชุดการทดลองที่ 6 มีค่าสูงสุดวัดเป็นความยาว 0.077 เซนติเมตร/ตัว/วัน และน้ำหนัก 0.016 กรัม/ตัว/วัน ขณะที่ลูกปลาในชุดการทดลองที่ 7 (ชุดควบคุม) มีค่าความยาวและน้ำหนักต่ำสุด 0.052 เซนติเมตร/ตัว/วัน และ 0.005 กรัม/ตัว/วันตามลำดับ

แม้การใช้ *Tigriopus sirindhornae* ในชุดการทดลองที่ 1 ให้ผลการเจริญเติบโตดีกว่าชุดการทดลองที่ 2-5 และชุดที่ 7 แต่ผลจากการวิเคราะห์ด้วย Tukey HSD ไม่พบความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ $P>0.05$

ผลจากงานวิจัยนี้ ได้ผลตรงกับดวงทิพย์และคณะ [1] ที่รายงานไว้ว่า ลูกปลาปลาการ์ตูนส้มขาวมีอัตรารอดสูงสุดเมื่อเปลี่ยนอาหารที่อายุ 10 และ 12 วัน และยังได้ผลเช่นเดียวกับ Divya และคณะ [3] รวมทั้ง Olivotto และคณะ [16] คือฮาร์แพคทิคอยโคพีพอดเหมาะสมสำหรับเป็นอาหารในการอนุบาลลูกปลาแรกฟัก แต่ยังคงมีความจำเป็นต้องใช้โรติเฟอร์ *Brachionus* เป็นอาหารเริ่มต้น (starter food) นอกจากนี้ สุภาวดีและคณะ [2] ได้พิสูจน์ว่าการใช้ฮาร์แพคทิคอยโคพีพอดร่วมกับ *Artemia* nauplii ช่วยให้ประสบความสำเร็จในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ

อย่างไรก็ตาม ยังไม่สามารถนำผลการทดลองนี้เปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาอื่น เนื่องจากฮาร์แพคทิคอยโคพีพอดที่ใช้อนุบาลลูกปลาเป็นชนิดที่คณะผู้วิจัยได้ค้นพบในประเทศไทย และเป็นงานวิจัยที่เป็นองค์ความรู้ใหม่จากการพยายามเสาะหาทรัพยากรมีชีวิตของไทยมาเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณและใช้เป็นอาหารที่มีคุณค่าในการอนุบาลลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน

Kreeger และคณะ [11] ได้รายงานไว้ว่า *Tigriopus californicus* มีกรดไขมัน (fatty acids) 20: 5n-3 และ 22: 6n-3 แต่งานวิจัยครั้งนี้ พบกรดไขมันต่างออกไป ได้พบ Palmitic acid (C16:0) และ Oleic acid [C18:1(n-9)] (Omega–9) ในตัว *Tigriopus* ทั้ง 3 ชนิด ซึ่งแม้ว่า *T. sirindhornae* มีชนิดของกรดไขมันน้อยกว่า *T. thailandensis* และ *T. Japonicus* แต่ก็เพียงพอและให้ผลดีต่อการเจริญเติบโตของลูกปลามากกว่า สำหรับกรดอะมิโนที่พบในตัว *Tigriopus* ทั้ง 3 ชนิดไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งการทดลองครั้งนี้ไม่ได้เน้นการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของโคพีพอด แต่แสดงเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อประโยชน์แก่งานวิจัยในอนาคตต่อไป

5. สรุป

การใช้ฮาร์แพคทิคอยโคพีพอดหลายชนิดรวมกัน เป็นอาหารมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องมีค่าสูงสุดโดยสูงกว่าการให้โคพีพอดชนิดเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ฮาร์แพคทิคอยโคพีพอดสิรินธร *Tigriopus sirindhornae* ให้ผลดีที่สุดต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาทั้งความยาวและน้ำหนัก สมควรได้รับคัดเลือกเป็นโคพีพอดที่มีคุณค่ามากที่สุดในการนำมาใช้ประโยชน์ในวงการเพาะเลี้ยงลูกปลาวัยอ่อนต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนทุนวิจัย บริษัท เพอร์คูล่าฟาร์ม จำกัด ที่อนุเคราะห์ไข่ปลาการ์ตูนลายปล้องขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอก แสงวิเชียร ที่กรุณาแนะนำวิธีการเตรียมตัวอย่างโคพีพอดเพื่อส่งสกัดไขมันและวิเคราะห์กรดอะมิโน รวมทั้งนายวิชิน สืบปาละ ที่ช่วยเหลือการคำนวณทางสถิติ

7. เอกสารอ้างอิง

1. Yoosabai, D., Mathuwan, W., Khuandee, P., Saowakone, N., Taskhong and Fakrajang, S., 2013, “Ages at Weaning Affect Development of the False Anemonefish, Amphiprion ocellaris Cuvier, 1830 Larviculture”, Multi-disciplinary Marine Studies in the Changing World, Chulalongkorn University, pp. 85-94. (in Thai)

2. Chullasorn, S., Anansatitporn, W., Klangsin,

P., Kangtia, P. and Jullawateelert R., 2013, "Comparison of Survival and Growth Rates of Black Tiger Shrimp Larvae fed with Three Species of Tigriopus (Harpacticoida, Harpacticidae) as Live Feeds", Multi-disciplinary Marine Studies in the Changing World, Chulalongkorn University, pp. 104-116. (in Thai)

3. Divya, S.P., Kumar, T.T.A., Rajasekaran, R. and Balasubramanian, T., 2011, "Larval Rearing of Clownfish using Brachionusplicatilis Rotifer as Starter Food", *Science Asia*, 37, pp. 179-185.

4. Drillet, G., JØrgensen, N.O.G.,SØrensen, T.F., Ramlov, H. and Hansen, B.W., 2006, "Biochemical and Technical Observations Supporting the use of Copepods as Live Feed Organisms in Marine Larvicul- ture", *Aquaculture Research*, 37, pp. 756-772.

5. Faulk, C.K. and Holt, G.J., 2005, "Advances in Rearing Cobia *Rachycentroncanadum* Larvae in Recirculating Aquaculture System : Live Prey Enrichment and Green- water Culture", *Aquaculture*, 249, pp. 231-243.

6. Fleeger, J.W., 2005, "The Potential to Mass-Culture Harpacticoid Copepods for use as Food for Larval Fish,"in C.S., Lee, P.J., O'Bryen and N.H., Marcus (Eds.), *Copepods in Aquaculture*, Blackwell Publishing, USA, pp. 11-24.

7. Fukusho, K., Arakawa, T. and Watanabe, T., 1980, "Food Value of a Copepod, *Tigriopus japonicus*, Cultured with w-Yeast for Larvae and Juviniles of Mud Dab *Limanda yokohamae*", *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 46, pp. 499-503.

8. Holt, G.J., 2003, "Research on Culturing the Early Life History Stages of Marine Ornamental Species", in J.C., Cato and C.L., Brown (Eds.), *Marine Ornamental Species : Collection, Culture and Conservation*, Iowa State Press, Ames, IO, pp. 251-254.

9. Kahan, D., 1980, "Mass cultivation of Food Organisms in Hatcheries–problems and Proposed Solutions", *Symposium on Coastal Aquaculture*, Cochin, India.

10. Kahan, D., Uhlig, G., Schwenzer, D. and Horowitz, L., 1982, "A Simple Method for Cultivating Harpacticoid Copepods and Offering them to Fish Larvae", *Aquaculture*, 26, pp. 303-310.

11. Kreeger, K., Kreeger, D., Langdon, C. and Lowry, R., 1991, "Nutritional Value of *Artemia* and *Tigriopus californicus* (Baker) for Two Pacific Mysid Species, *Metamysidopsis elongate* (Holmes) and *Mysidopsis intii* (Holmquist)", *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 148 (2), pp. 147-158.

12. Kuhlmann, D., 1983, "Rearing of Turbot Larvae (*Scophthalmus maximus* L.) on Culture Food Organisms and Postmetamorphosis Growth on Natural and Artificial Food", *Aquaculture*, 23, pp. 183-196.

13. Lepage, G. and Roy, C.C., 1986. Direct Tran- sesterification of all Classes of Lipids in a One-step Reaction", *The Journal of Lipid Research*, 27, pp. 114-120.

14. McEvoy, L.A., Naess, T., Bell, J.G. and Lie, O., 1998, "Lipid and Fatty Acid Composition of Normal and Malpigmented Atlantic Halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) Fed Enriched *Artemia*: a Comparision with Fry Fed wild Copepods", *Aquaculture*, 163, pp. 237-250.

15. Nanton, D.A. and Castell, J.D., 1998, "The Effects of Temperature and Dietary Fatty Acids on the Fatty Acid Composition of Harpacticoid Copepods, for use as a Live Food for Marine Fish Larvae", *Aquaculture*, 175 pp. 167-181.

16. Norsker, N.H. and Stottrup, J.G., 1994, "The Importance of Dietary HUFAs for Fecundity

and HUFA Content in the Harpacticoid *Tisbe holothuriae*Humes", *Aquaculture*, 125, pp. 155-166.

17. Olivotto, I., Capriotti, F.,Buttino, I., Avella, A.M.,Vitiello, V.,Maradonna F. and Carnevali, O., 2008, "The Use of Harpacticoid Copepods as Live Prey for *Amphiprion clarkia* Larviculture : Effects on Larval Survival and Growth", *Aquaculture*, pp. 347-352.

18. Sargent, J., McEvoy, L., Estevez, A., Bell, G., Bell, M., Henderson, J. and Tocher, D., 1999, "Liquid Nutrition of Marine Fish during Early Development Current Status and Future Directions", *Aquaculture*, 179, pp. 217-229.

19. StØttrup, J.G. and Norsker, N.H., 1997, "Production and Use of Copepods in Marine Fish Larviculture", *Aquaculture*, 155, pp. 231-247.