



เพิ่มอัตราการรอดของลูกปลาการ์ตูนด้วยฮาร์แพคติกอยโคพีพอด  
หลากชนิดเป็นอาหารมีชีวิต

**Increasing Survival Rate of Clownfish *Amphiprion* spp.  
with various species of Harpacticoid Copepods as live foods**

ศาสตราจารย์สุภาวดี จุลละสร

**Professor Supawadee Chullasorn**

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

E-mail: [chu\\_supawadee@ru.ac.th](mailto:chu_supawadee@ru.ac.th)



เพิ่มอัตราการรอดของลูกปลาการ์ตูนด้วยฮาร์แพคติกอยโคฟีพอดหลากชนิด  
เป็นอาหารมีชีวิต  
สุภาวดี จุลละศรี

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240

E-mail: [chu\\_supawadee@ru.ac.th](mailto:chu_supawadee@ru.ac.th)

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินศักยภาพของฮาร์แพคติกอยโคฟีพอดที่ใช้เป็นอาหารมีชีวิตสำหรับอนุบาลลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อน โดยเริ่มจากการเพาะเลี้ยงฮาร์แพคติกอยโคฟีพอด 5 ชนิด ได้แก่ *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* และ *Nitocra karanovici* โดยใช้สารถายขนาดเล็ก 3 ชนิด ได้แก่ *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis* และ *Chaetoceros* ผสมกับ *Spirulina+yeast+carrot* เป็นอาหาร การเพาะเลี้ยงไรติเฟอร์สกูล *Brachionus* (S-type) ได้ใช้ *Chlorella* และ yeast เป็นอาหาร จนได้ความหนาแน่นแบบมหวมวล สำหรับ *Artemia nauplii* ได้ตัวอ่อนจากการฟักไข่เปลือกหนา ทั้งหมดนี้ได้นำมาใช้ทดลองเป็นอาหารอนุบาลลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อน โดยปฏิบัติดังนี้ ทุกการทดลอง คือ หลังจากลูกปลาฟักออกจากไข่ ได้อนุบาลด้วย *Brachionus* ทันที และให้ห่อเพ็ลลีสของโคฟีพอดเพิ่มเข้าไปด้วยในวันถัดมา จนกระทั่งลูกปลามีอายุครบ 10 วัน จึงเริ่มแยกลูกปลาใส่ตู้ทดลอง จำนวน 7 ตู้ ๆ ละเท่า ๆ กัน พร้อมกับให้อาหารเป็น *Brachionus* และ *Artemia nauplii* ด้วย แล้วจึงเข้าสู่การทดลอง โดยตู้ที่ 1 ให้ลูกปลากิน *Tigriopus sirindhornae*, ตู้ที่ 2 ให้ *T. thailandensis*, ตู้ที่ 3 ให้ *T. japonicus*, ตู้ที่ 4 ให้ *Paramphiascella choi*, ตู้ที่ 5 ให้ *Nitocra karanovici*, ตู้ที่ 6 ให้ *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* และ *Nitocra karanovici* ส่วนตู้ที่ 7 ให้ *Brachionus* และ *Artemia nauplii* ผู้วิจัยได้ทำการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อนทั้ง 7 ตู้จนมีอายุครบ 45 วัน ทุกครอป

จากการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อน 4 ชนิดด้วยอาหารมีชีวิตที่ได้บรรยายแล้วข้างต้น ผลปรากฏว่า 1) *T. sirindhornae* ให้ผลดีที่สุดต่อลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศ ครอป I และ II, ลูกปลาการ์ตูนลายปล้องครอป I และ ลูกปลาการ์ตูนอานม้า 2) *T. thailandensis* ให้ผลดีที่สุดต่อลูกปลาการ์ตูนส้มขาวทั้ง 2 ครอป 3) *Nitocra karanovici* ให้ผลดีที่สุดต่อลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศ ครอป III 4) *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* และ *Nitocra karanovici* ให้ผลดีที่สุดต่อลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง ครอป II 5) *Paramphiascella choi* ให้ผลดีต่อลูกปลาปานกลาง ขณะที่ *Brachionus* และ *Artemia nauplii* ให้ผลดีต่อลูกปลาในระดับน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม *Brachionus* เป็นอาหารมีชีวิตตัวแรกที่สำคัญและจำเป็นต่อสัตว์น้ำแรกฟัก ขณะที่ฮาร์แพคติกอยโคฟีพอดมีกรดไขมันที่จำเป็นและกรดอะมิโนจึงเป็นอาหารเสริมสำคัญและจำเป็นต่อการเพิ่มอัตราการรอดและการเจริญเติบโตของลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน

**Increasing Survival Rate of Clownfish *Amphiprion* spp. with various species  
of Harpacticoid Copepods as live foods**

Supawadee Chullasorn

Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkok 10240

Email: [chu\\_supawadee@ru.ac.th](mailto:chu_supawadee@ru.ac.th)

**Abstract**

The aims of this study was to evaluate the potential use of the harpacticoid copepods *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* and *Nitocra karanovici* as live preys in *Amphiprion* larviculture. Three species of microalgae *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis* and *Chaetoceros* mixed with *Spirulina*, yeast and carrot were given to copepods for high density production. *Brachionus* (S-type) fed with *Chlorella* plus yeast, while *Artemia* nauplii were obtained from thick-shelled eggs hatched in seawater. After hatching, clownfish larvae were fed separately in 7 glass tanks, which contained *Brachionus* and *Artemia* nauplii as a supplementary live food for clownfish larvae feeding experiments. The larvae were fed by *Tigriopus sirindhornae* in the first tank; *T. thailandensis* in the second tank; *T. japonicus* in the third tank; *Paramphiascella choi* in the fourth tank; *Nitocra karanovici* in the fifth tank; *T. sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* and *Nitocra karanovici* in the sixth tank; and *Brachionus* and *Artemia* nauplii in the seventh tank. Then the feeding experiments on clownfish larval survival and growth rates started from 10<sup>th</sup> to 45<sup>th</sup> days in each crop.

The experiments on the four species of clownfish as mentioned above showed that 1) *T. sirindhornae* gave the best results in terms of survival and growth rates on *Amphiprion frenatus* larvae in crops I and II, on *A. clarkii* larvae in crop I and on *A. polymnus* larvae 2) *T. thailandensis* gave the best results on *A. ocellaris* larvae in crops I and II 3) *Nitocra karanovici* gave the best results on *A. frenatus* larvae in crop III 4) *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* and *Nitocra karanovici* gave the best results on *A. clarkii* larvae in crop II 5) *Paramphiascella choi* gave medium results on clownfish larvae 6) *Brachionus* and *Artemia* nauplii gave minimum results on clownfish larvae. However, *Brachionus* is an important live food for larviculture while harpacticoid copepods may be considered a suitable live prey for marine fish larvae larviculture and used as supplementary food, due to their high nutritional values: essential fatty acids and amino acids.

## กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคุณนฤตม พิสิษฐเกษม กรรมการผู้จัดการใหญ่ บริษัท เพอคูล่าฟาร์ม จำกัด ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ไข้ไปลาการ์ตุนทุกชนิดที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งแนะนำวิธีการเพาะฟักลูกปลา ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทย ฟังตะวันออก และพนักงานประมงของศูนย์ฯ ตำบลเพ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ห้วเชื้อสาหร่ายขนาดเล็กและน้ำทะเลพร้อมใช้

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ ก็ด้วยความช่วยเหลือของผู้ช่วยนักวิจัย คือ น.ส. รัชดาวรรณ จุลลวาทิเลิศ, นายวงศ์ปิยะ อนันต์สถิตย์พร, น.ส. ภาวนา กังเตีย, นายปรัชญ์แจก คลังสิน, น.ส.วรัญญา ปัญญาโณม และนายอนิรุจน์ กล่อมจิตร

ผู้วิจัยขอขอบคุณครอบครัวจุลละตร ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนงานวิจัย สำเร็จได้ด้วยดี

โครงการวิจัยนี้ ได้รับทุนสนับสนุนจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยรามคำแหง

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	III
Abstract	IV
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญภาพ	VIII
สารบัญรูป	XI
สารบัญตาราง	XVI
1. บทนำ	1
1.1 ปลาการ์ตูน	4
1.2 ฮาร์แพคติกอยโคฟีพอด	4
1.3 สาหร่ายขนาดเล็ก	5
1.4 โรติเฟอร์	5
1.5 อาร์ทีเมีย	5
1.6 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	6
2. อุปกรณ์และวิธีการศึกษา	6
2.1 อุปกรณ์การศึกษา	6
2.2 วิธีการศึกษา	7
2.2.1 สถานที่เก็บข้อมูล	7
2.2.2 ดำเนินการวิจัยในห้องปฏิบัติการ	7
2.2.2.1 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็ก	8
2.2.2.2 การเพาะเลี้ยงฮาร์แพคติกอยโคฟีพอด	10
2.2.2.3 การเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์	10
2.2.2.4 การฟักไข่อาร์ทีเมีย	11
2.2.2.5 ฟักไข่ปลาการ์ตูนแล้วอนุบาลลูกปลาด้วยฮาร์แพคติกอยโคฟีพอด	11
(1) ลูกปลาการ์ตูนส้มขาว ( <i>Amphiprion ocellaris</i> larvae)	12
(2) ลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศ ( <i>Amphiprion frenatus</i> larvae)	13
(3) ลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง ( <i>Amphiprion clarkii</i> larvae)	14
(4) ลูกปลาการ์ตูนอานม้า ( <i>Amphiprion polymnus</i> larvae)	14

3. ผลการศึกษา	22
3.1 วงจรชีวิตของฮาร์แพคติกอยโคฟีพอด 5 ชนิด	22
3.1.1 <i>Tigriopus sirindhornae</i>	22
3.1.2 <i>Tigriopus thailandensis</i>	23
3.1.3 <i>Tigriopus japonicus</i>	24
3.1.4 <i>Paramphiascella choi</i>	25
3.1.5 <i>Nitocra karanovici</i>	26
3.2 การพัฒนาของลูกปลาการ์ตูน 4 ชนิด	26
3.3 เปรียบเทียบอัตราการรอดและการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูน 4 ชนิด	29
3.3.1 ปลาการ์ตูนส้มขาว	29
3.3.2 ปลาการ์ตูนมะเขือเทศ	31
3.3.3 ปลาการ์ตูนลายปล้อง	33
3.3.4 ปลาการ์ตูนอานม้า	35
3.4 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	36
3.5 คุณค่าทางอาหารของฮาร์แพคติกอยโคฟีพอด	63
3.5.1 กรดไขมัน (Fatty acids)	63
3.5.2 กรดอะมิโน (Amino acids)	63
3.6 ฮาร์แพคติกอยโคฟีพอดชนิดใหม่ของโลก (New species) ที่พิมพ์แล้ว 3 ชนิด	66
3.4.1 <i>Paramphiascella choi</i> Chullasorn et al., 2011	66
3.4.2 <i>Tigriopus thailandensis</i> Chullasorn et al., 2012	90
3.4.3 <i>Tigriopus sirindhornae</i> Chullasorn et al., 2013	103
4. สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา	125
1. อัตราการรอดและการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อน 4 ชนิด	125
2. คุณค่าทางอาหารของฮาร์แพคติกอยโคฟีพอด 5 ชนิด	128
3. ได้ตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารนานาชาติที่ได้พบฮาร์แพคติกอยโคฟีพอด ชนิดใหม่ของโลก (New species) 3 ชนิด	129
5. เอกสารอ้างอิง	130
6. ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการวิจัย	135
7. ปัญหาและข้อเสนอแนะ	135
8. ประวัติหัวหน้าโครงการฯ	136

## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1. ภาพถ่ายสาหร่ายทะเลขนาดเล็ก 4 ชนิด ได้แก่ (ก) <i>Isochrysis galbana</i> (ข) <i>Tetraselmis</i> sp. (ค) <i>Chaetoceros</i> sp. (ง) <i>Chlorella</i> sp. (จ) Baker's yeast	15
ภาพที่ 2. ภาพถ่ายฮาร์แพคติกอยโคพีพอด 5 ชนิด ได้แก่ <i>Tigriopus sirindhornae</i> , <i>T. thailandensis</i> , <i>T. japonicus</i> , <i>Nitocra karanovici</i> , <i>Paramphiascella choi</i> , โรติเฟอร์ <i>Brachionus</i> หลายขนาด และ nauplius larva แรกฟักของ <i>Artemia</i>	16
ภาพที่ 3. ภาพถ่ายตัวอย่างสัตว์น้ำขนาดเล็กที่ใช้เป็นอาหารอนุบาลลูกปลาการ์ตูน เปรียบเทียบขนาดตัวอ่อนระยะนอเพลียส I ของ <i>Tigriopus sirindhornae</i> , <i>T. thailandensis</i> , <i>T. japonicus</i> , <i>Paramphiascella choi</i> และ <i>Nitocra karanovici</i> กับตัวอ่อนแรกฟักของ <i>Brachionus</i> และ <i>Artemia</i> รวมทั้ง <i>Brachionus</i> เพศเมียมีไข่	17
ภาพที่ 4. ภาพถ่ายไข่ปลาการ์ตูนส้มขาว, ลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุ 45 วัน และปลาการ์ตูนส้มขาว <i>Amphiprion ocellaris</i> กำลังว่ายน้ำอายุครบ 1 ปี	18
ภาพที่ 5. ภาพถ่ายไข่ปลาการ์ตูนมะเขือเทศ, ลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุ 45 วัน และปลาการ์ตูนมะเขือเทศ <i>Amphiprion frenatus</i> กำลังว่ายน้ำ	19
ภาพที่ 6. ภาพถ่ายไข่ปลาการ์ตูนลายปล้อง, ลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน และลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง <i>Amphiprion clarkii</i> อายุครบ 59 วันกำลังว่ายน้ำ	20
ภาพที่ 7. ภาพถ่ายขณะกำลังฟักไข่ปลาการ์ตูนอานม้าที่เกาะติดกับท่อ PVC และลูกปลาการ์ตูนอานม้า <i>Amphiprion polymnus</i> อายุ 45 วัน และ 75 วัน ตามลำดับ	21
ภาพที่ 8. วงจรชีวิตของฮาร์แพคติกอยโคพีพอด 5 ชนิด ได้แก่ <i>T. sirindhornae</i> , <i>T. thailandensis</i> และ <i>T. japonicus</i> , <i>Paramphiascella choi</i> และ <i>Nitocra karanovici</i>	22
ภาพที่ 9. 9.1 ภาพถ่ายลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุ 45 วัน	26
9.2 ภาพวาดลายเส้นการพัฒนาของลูกปลาการ์ตูนส้มขาว เริ่มตั้งแต่ฟักออกจากไข่ จนถึงอายุ 5 วัน	27
9.3 ภาพถ่ายลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุ 45 วัน	28
9.4 ภาพถ่ายปลาการ์ตูนลายปล้องอายุ 45 วัน	28
9.5 ภาพถ่ายปลาการ์ตูนอานม้าอายุ 45 วัน	29



## สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus sirindhornae</i> ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (ครอป I)	37
รูปที่ 2. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus thailandensis</i> ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (ครอป I)	37
รูปที่ 3. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus japonicus</i> ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (ครอป I)	37
รูปที่ 4. แสดงความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Paramphiascella choi</i> ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (ครอป I)	38
รูปที่ 5. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Nitocra karanovici</i> ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (ครอป I)	38
รูปที่ 6. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย Harpacticoid copepods 5 ชนิด ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (ครอป I)	38
รูปที่ 7. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Brachionus</i> และ <i>Artemia nauplii</i> ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (ครอป I)	39
รูปที่ 8. ความยาวและน้ำหนักรวมเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน ในตู้ที่ 1-7 เลี้ยง ด้วย <i>Tigriopus sirindhornae</i> , <i>T. thailandensis</i> , <i>T. japonicus</i> , <i>Paramphiascella choi</i> , <i>Nitocra karanovici</i> , Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ <i>Brachionus</i> + <i>Artemia nauplii</i> ตามลำดับ ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (ครอป I)	39
รูปที่ 9. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus sirindhornae</i> ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)	40
รูปที่ 10. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus thailandensis</i> ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)	40
รูปที่ 11. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวหลังอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus japonicus</i> ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)	40
รูปที่ 12. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Paramphiascella choi</i> ระหว่างวันที่ 10 พฤษภาคม ถึงวันที่ 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)	41
รูปที่ 13. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Nitocra karanovici</i> ระหว่างวันที่ 10 พฤษภาคม ถึงวันที่ 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)	41
รูปที่ 14. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย Harpacticoid copepods 5 ชนิด ระหว่างวันที่ 10 พฤษภาคม ถึงวันที่ 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)	41

รูปที่ 15. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Brachionus</i> และ <i>Artemia nauplii</i> ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)	42
รูปที่ 16. ความยาวและน้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน ในอ่างที่ 1-7 เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus sirindhornae</i> , <i>T. thailandensis</i> , <i>T. japonicus</i> , <i>Paramphiascella choi</i> , <i>Nitocra karanovici</i> , Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ <i>Brachionus</i> + <i>Artemia nauplii</i> ตามลำดับ ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)	42
รูปที่ 17. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus sirindhornae</i> ระหว่าง 26 พฤศจิกายน 2554 ถึง 10 มกราคม 2555 (ครอป I)	43
รูปที่ 18. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus thailandensis</i> ระหว่าง 26 พฤศจิกายน 2554 ถึง 10 มกราคม 2555 (ครอป I)	43
รูปที่ 19. ความยาวและน้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน ตู้ที่ 1 เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus sirindhornae</i> , ตู้ที่ 2 เลี้ยงด้วย <i>T. thailandensis</i> ระหว่าง 26 พฤศจิกายน 2554 ถึง 10 มกราคม 2555 (ครอป I)	43
รูปที่ 20. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus sirindhornae</i> ระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2555 (ครอป II)	44
รูปที่ 21. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus thailandensis</i> ระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2555 (ครอป II)	44
รูปที่ 22. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus japonicus</i> ระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2555 (ครอป II)	44
รูปที่ 23. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย Harpacticoid copepods 5 ชนิด ระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2555 (ครอป II)	45
รูปที่ 24. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Brachionus</i> และ <i>Artemia nauplii</i> ระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2555 (ครอป II)	45
รูปที่ 25. ความยาวและน้ำหนักรวมเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน ในตู้ที่ 1-5 เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus sirindhornae</i> , <i>T. thailandensis</i> , <i>T. japonicas</i> , Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ <i>Brachionus</i> + <i>Artemia nauplii</i> ตามลำดับ ระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2555 (ครอป II)	45
รูปที่ 26. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus sirindhornae</i> ระหว่าง 31 กรกฎาคม ถึง 13 กันยายน 2555 (ครอป III)	46
รูปที่ 27. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Tigriopus japonicus</i> ระหว่าง 31 กรกฎาคม ถึง 13 กันยายน 2555 (ครอป III)	46
รูปที่ 28. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย <i>Paramphiascella choi</i> ระหว่าง 31 กรกฎาคม ถึง 13 กันยายน 2555 (ครอป III)	46

- รูปที่ 29. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Nitocra karanovici* ระหว่าง 31 กรกฎาคม ถึง 13 กันยายน 2555 (ครอป III) 47
- รูปที่ 30. ความยาวและน้ำหนักรวมเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน  
ตู้ที่ 1-4 เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi*  
และ *Nitocra karanovici* ตามลำดับ ระหว่าง 31 กรกฎาคม ถึง 13 กันยายน 2555  
(ครอป III) 47
- รูปที่ 31. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Tigriopus sirindhornae* ระหว่าง 30 กรกฎาคม ถึง 12 กันยายน 2555 (ครอป I) 48
- รูปที่ 32. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Tigriopus thailandensis* ระหว่าง 30 กรกฎาคม ถึง 12 กันยายน 2555 (ครอป I) 48
- รูปที่ 33. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Tigriopus japonicus* ระหว่าง 30 กรกฎาคม ถึง 12 กันยายน 2555 (ครอป I) 48
- รูปที่ 34. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Brachionus* + *Artemia nauplii* ระหว่าง 30 กรกฎาคม ถึง 12 กันยายน 2555 (ครอป I) 49
- รูปที่ 35. ความยาวและน้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน  
ตู้ที่ 1-4 เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*,  
และ *Brachionus* + *Artemia nauplii* ตามลำดับ  
ระหว่าง 30 กรกฎาคม ถึง 12 กันยายน 2555 (ครอป I) 49
- รูปที่ 36. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Tigriopus sirindhornae* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II) 50
- รูปที่ 37. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Tigriopus thailandensis* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II) 50
- รูปที่ 38. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Tigriopus japonicus* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II) 50
- รูปที่ 39. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Paramphiascella choi* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II) 51
- รูปที่ 40. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Nitocra karanovici* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II) 51
- รูปที่ 41. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
Harpacticoid copepods 5 ชนิด ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II) 51
- รูปที่ 42. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Brachionus* และ *Artemia nauplii* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II) 52

- รูปที่ 43. แสดงความยาวและน้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน  
 ตู้ที่ 1-7 เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*,  
*Paramphiascella choi*, *Nitocra karanovici*, Harpacticoid copepods 5 ชนิด  
 และ *Brachionus* + *Artemia* nauplii ตามลำดับ  
 ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II) 52
- รูปที่ 44. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนอานม้าอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Tigriopus sirindhornae* ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป) 53
- รูปที่ 45. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนอานม้าอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Tigriopus thailandensis* ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป) 53
- รูปที่ 46. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนอานม้าอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Tigriopus japonicus* ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป) 53
- รูปที่ 47. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนอานม้าอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Paramphiascella choi* ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป) 54
- รูปที่ 48. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนอานม้าหลังอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Nitocra karanovici* ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป) 54
- รูปที่ 49. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนอานม้าหลังอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
 Harpacticoid copepods 5 ชนิด ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป) 54
- รูปที่ 50. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนอานม้าหลังอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย  
*Brachionus* และ *Artemia* nauplii ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป) 55
- รูปที่ 51. ความยาวและน้ำหนักรวมเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนอานม้าอายุครบ 45 วัน  
 ในตู้ที่ 1-7 เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*,  
*Paramphiascella choi*, *Nitocra karanovici*, Harpacticoid copepods 5 ชนิด  
 และ *Brachionus* + *Artemia* nauplii ตามลำดับ  
 ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป) 55

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน จากการเลี้ยงด้วย 1. <i>Tigriopus sirindhornae</i> , 2. <i>T. thailandensis</i> , 3. <i>T. japonicus</i> , 4. <i>Paramphiascella choi</i> , 5. <i>Nitocra karanovici</i> , 6. Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ 7. <i>Brachionus</i> + <i>Artemia</i> nauplii ระหว่าง 17 กรกฎาคม ถึง 31 สิงหาคม 2554 (กรอบ I)	56
ตารางที่ 2. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน จากการเลี้ยงด้วย 1. <i>Tigriopus sirindhornae</i> , 2. <i>T. thailandensis</i> , 3. <i>T. japonicus</i> , 4. <i>Paramphiascella choi</i> , 5. <i>Nitocra karanovici</i> , 6. Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ 7. <i>Brachionus</i> + <i>Artemia</i> nauplii ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (กรอบ II)	56
ตารางที่ 3. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน จากการเลี้ยงด้วย 1. <i>Tigriopus sirindhornae</i> , 2. <i>T. thailandensis</i> ระหว่าง 26 พฤศจิกายน 2554 ถึง 10 มกราคม 2555 (กรอบ I)	57
ตารางที่ 4. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน จากการเลี้ยงด้วย 1. <i>Tigriopus sirindhornae</i> , 2. <i>T. thailandensis</i> , 3. <i>T. japonicus</i> , 4. Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ 5. <i>Brachionus</i> + <i>Artemia</i> nauplii ระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2555 (กรอบ II)	57
ตารางที่ 5. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน จากการเลี้ยงด้วย 1. <i>Tigriopus sirindhornae</i> , 2. <i>T. japonicus</i> , 3. <i>Paramphiascella choi</i> และ 4. <i>Nitocra karanovici</i> ระหว่าง 31 กรกฎาคม ถึง 13 กันยายน 2555 (กรอบ III)	58
ตารางที่ 6. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน จากการเลี้ยงด้วย 1. <i>Tigriopus sirindhornae</i> , 2. <i>T. thailandensis</i> , 3. <i>T. japonicus</i> และ 4. <i>Brachionus</i> + <i>Artemia</i> nauplii ระหว่าง 30 กรกฎาคม ถึง 12 กันยายน 2555 (กรอบ I)	58
ตารางที่ 7. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน จากการเลี้ยงด้วย 1. <i>Tigriopus sirindhornae</i> , 2. <i>T. thailandensis</i> , 3. <i>T. japonicus</i> , 4. <i>Paramphiascella choi</i> , 5. <i>Nitocra karanovici</i> , 6. Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ 7. <i>Brachionus</i> + <i>Artemia</i> nauplii ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (กรอบ II)	59

- ตารางที่ 8. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูกปลาการ์ตูนอานม้าอายุครบ 45 วัน  
จากการเลี้ยงด้วย 1. *Tigriopus sirindhornae*, 2. *T. thailandensis*, 3. *T. japonicus*,  
4. *Paramphiascella choi*, 5. *Nitocra karanovici*, 6. Harpacticoid copepods 5 ชนิด  
และ 7. *Brachionus* + *Artemia* nauplii ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอบ) 60
- ตารางที่ 9. One-way ANOVA หาค่าความแตกต่างระหว่างอาหารมีชีวิตที่ใช้อุบลลูกปลาการ์ตูนส้มขาว  
(*Amphiprion ocellaris* larvae) ในครอบ I และ II 61
- ตารางที่ 10. One-way ANOVA หาค่าความแตกต่างระหว่างอาหารมีชีวิตที่ใช้อุบลลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศ  
(*Amphiprion frenatus* larvae) ในครอบ I, II และ III 61
- ตารางที่ 11. One-way ANOVA หาค่าความแตกต่างระหว่างอาหารมีชีวิตที่ใช้อุบลลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง  
(*Amphiprion clarkii* larvae) ในครอบ I และ II 62
- ตารางที่ 12. One-way ANOVA หาค่าความแตกต่างระหว่างอาหารมีชีวิตที่ใช้อุบลลูกปลาการ์ตูนอานม้า  
(*Amphiprion polymnus* larvae) จำนวน 1 ครอบ 62

## สภาวะดี จุลละสร. 2556. เพิ่มอัตราการรอดของลูกปลาการ์ตูนด้วยฮาร์แพคติกอย โคพีพอดหลากหลายชนิดเป็นอาหารมีชีวิต

### 1. บทนำ (Introduction)

ในปัจจุบัน วงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วโลกนิยมเลี้ยงปลาสวยงาม โดยเฉพาะปลาการ์ตูนซึ่งเป็นปลาที่มีสีสันสวยสดใส จึงได้รับความสนใจเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นปลานขนาดเล็กไม่ต้องใช้พื้นที่มากนักในการเลี้ยง ลงทุนต่ำ ดูแลง่าย ปลาการ์ตูนมีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Clownfish หรือ Anemonefish ในธรรมชาติชอบอาศัยอยู่บริเวณแนวปะการัง ที่มีดอกไม้ทะเลร่วมอยู่ด้วย มีแพร่กระจายอยู่ทั่วโลกรวบรวมได้ทั้งหมด 28 ชนิด ได้แก่ ปลาการ์ตูน ส้มขาว ปลาการ์ตูนมะเขือเทศ ปลาการ์ตูนลายปล้อง ปลาการ์ตูนอานม้า และปลาการ์ตูนเพอร์คูล่า เป็นต้น ซึ่งล้วนเป็นปลาการ์ตูนที่ ได้รับความสนใจและนิยมเลี้ยงกันมาก เนื่องจาก ผู้คนมักมีความเครียดจากหน้าที่การงาน จึงหาวิธี พักผ่อนคลายจิตใจหาความสุขทางใจมากขึ้น โดยพยายามมองหาปลาสวยงามที่มีราคาไม่แพงนักมาเลี้ยงไว้ดูเล่น ฉะนั้น ปลาที่มีสีสันสะดุดตา เลี้ยงง่าย และน่ารัก รวมทั้งราคาไม่แพงมากนัก ขนาดความยาวลำตัว 4 เซนติเมตร ซื่อซายกันในราคาตัวละ 80-120 บาท ปลาการ์ตูนถูกจัดให้เป็นสัตว์น้ำอยู่ในบัญชี ของไซเตส (CITES) คือ อนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดสัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้จะสูญพันธุ์ (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) ปัจจุบันนี้ พบว่าปลาการ์ตูนที่อาศัยอยู่ในธรรมชาติมีจำนวนลดลงจนเกือบเข้าสู่สภาวะวิกฤติ เนื่องจากมีผู้จับขึ้นมาขายเป็นธุรกิจกันอย่างเป็นล่ำเป็นสัน ขยายวงเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ หากไม่ส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงมาชดเชยกับส่วนที่ถูกผู้คนจับไปอย่างจริงจัง อาจทำให้ปลาการ์ตูนสูญพันธุ์ในอนาคตอันใกล้นี้ก็ไม่ได้ แม้ว่าปัจจุบันนี้ มีหลายหน่วยงานทั้งของภาครัฐและของเอกชนได้พยายามคิดค้นหาวิธีเพาะพันธุ์และเพาะเลี้ยงปลาการ์ตูนอย่างเต็มที่ โดยให้ไรติเฟอร์ และลูกอาร์ทีเมียแรกฟัก (*Artemia nauplii*) รวมทั้งสาหร่ายขนาดเล็กเป็นอาหารสำหรับการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนในระยะ 7 วันแรกและวันต่อ ๆ ไปก็ตาม แต่ก็ประสบกับปัญหาอัตราการตายของลูกปลาสูง โดยมีอัตราการรอด เพียง 10-20% เท่านั้น ทำให้การลงทุนเพาะฟักสูญเปล่าไม่คุ้มทุน จึงหันไปจับปลาการ์ตูนมาจากธรรมชาติซึ่งลงทุนไม่มาก

ทั้งไรติเฟอร์และ ลูกอาร์ทีเมียแรกฟัก มีคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะกรดไขมันที่จำเป็น ไม่เพียงพอ ลูกปลาเจริญได้ไม่ดี และอาจมีขนาดไม่เหมาะสมพอดีกับขนาดปากของลูกปลาการ์ตูน

ซึ่งมีขนาดของปากเล็กมากไม่สามารถกินอาหารที่ผู้เลี้ยงจัดหาให้ เป็นเหตุให้ลูกปลาตายในระยะแรกพักมากที่สุด (Kahan, 1980; Sergent et al., 1999; Holt, 2003; Faulk and Holt, 2005; Olivotto et al., 2003, 2005, 2008) โคพีพอดตัวเต็มวัย ตัวอ่อนโคพีพอดติด และตัวอ่อนนอเพลี้ยสจัดเป็นอาหารสำคัญของลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อน (Holt, 2003; Fleeger, 2005)

Kuhlmann (1983) ได้รายงานไว้ว่า ลูกปลาที่เลี้ยงด้วยโคพีพอดมีการพัฒนาและเจริญเติบโตดีกว่าลูกปลาที่เลี้ยงด้วยโรติเฟอร์ (*Brachionus plicatilis*) และอาร์ทีเมีย (*Artemia* sp.) นอกจากนี้ McEvoy et al. (1998) ยังได้เสริมว่า ปลาสวยงามที่เลี้ยงด้วยโคพีพอดมีสีสวยสดใสสวยงามกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย ทั้งนี้เนื่องจากโคพีพอดมีกรดไขมัน ปริมาณโปรตีน และคุณค่าทางอาหารอื่น ๆ สูงกว่า อาร์ทีเมีย ในปัจจุบัน แม้วานักวิจัยต่างประเทศ ได้ประสบความสำเร็จสามารถเพาะเลี้ยงโคพีพอดก็ตาม แต่ก็ยังเพาะเลี้ยงโคพีพอดได้ เพียงบาง ชนิดเท่านั้น ซึ่งยังไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด (Støttrup 2000)

ในปี ค.ศ. 1996 Lavens & Sorgeloos ได้แนะนำว่า ฮาร์แพคติกคอยโคพีพอดที่มีความเหมาะสมและควรทำการเพาะเลี้ยงได้แก่ สกุล *Tisbe* เป็นโคพีพอดที่อาศัยแพร่กระจายอยู่ทั่วไป ทนต่อสภาวะแวดล้อมได้ดี ปกติอาศัยอยู่ตามผิวดิน เป็น epibenthic copepod ไม่ได้เป็นโคพีพอดที่กินสัตว์เป็นอาหาร (non-predated copepods) จึงสามารถเพาะเลี้ยงได้ง่าย เนื่องจากกินอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติ ชอบกินสาหร่ายและซากตะกอนเป็นอาหาร จัดเป็น detritivores นับได้ว่าช่วยทำความสะอาดให้กับภาชนะที่ใช้เลี้ยง รวมทั้งมีวงจรชีวิตค่อนข้างสั้น สามารถผลิตลูกหลานได้ปริมาณมาก ๆ ทำให้ โคพีพอดสกุล *Tisbe* ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากจากวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน โดยเฉพาะ *T. holothuriae* (Støttrup & Norsker 1997) นอกจากนี้ Norsker & Støttrup (1994) และ Nanton & Castell (1998) ได้รายงานว่าฮาร์แพคติกคอยโคพีพอดสามารถเปลี่ยน n-3 polyunsaturated fatty acids เป็น essential fatty acids docosahexaenoic acid (DHA) ได้ และยังพบ eicosapentaenoic acid (EPA) อีกด้วย เหตุผลสำคัญที่ชี้ให้เห็นว่า *T. holothuriae* เหมาะสมใช้เป็นอาหารเลี้ยงลูกปลาวัยอ่อน ระยะ 5 วันแรกที่เริ่มต้นกินอาหาร เนื่องจากโคพีพอดระยะนอเพลี้ยส 1 (Nauplius stage I = N I) มีขนาดเล็กมากเพียงประมาณ 55  $\mu\text{m}$  ซึ่งเหมาะสมพอดีกับขนาดปากของลูกปลาวัยอ่อน และโคพีพอด ตัวเต็มวัย (adult) ก็มีขนาดประมาณ 180  $\mu\text{m}$  ในขณะที่โรติเฟอร์ *Brachionus* spp. มีขนาดตั้งแต่ 100-340  $\mu\text{m}$  (Fukusho 1980) และนอเพลี้ยสระยะแรกของอาร์ทีเมียมีขนาด 422-517  $\mu\text{m}$  (Leger et al. 1986) จะเห็นได้ว่าโรติเฟอร์และอาร์ทีเมียมีขนาด



ใหญ่เกินกว่าขนาดปากของลูกปลา นอกจากนี้ โคฟีพอดว่ายน้ำแบบ ซิก-แซก (zig-zag) แล้วตามด้วยการคลาน (crawling) ในระยะสั้น ๆ นับเป็นการกระตุ้นการมองเห็นของลูกปลาได้ เป็นอย่างดี และลูกปลาก็ชอบพฤติกรรมแบบนี้ด้วยเพราะจับกินได้ง่ายขึ้น

ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีสถาบันชื่อ Ocean Institute—An Affiliate of Hawaii Pacific University ได้ทำการศึกษาชีวิตและทำการเพาะเลี้ยงโคฟีพอดแบบหนาแน่น เป็นหมวมวล แล้วให้เป็นอาหารมีชีวิตเลี้ยงลูกปลาอย่างปั่นล่ำเป็นสัน โดยเฉพาะปลาสวยงามที่มีราคาแพง รวมทั้ง Wan-Loy (2004) ได้สนับสนุนว่า อาหารมีชีวิตทุกชนิดนับได้ว่ามีความสำคัญและเป็นประโยชน์ทั้งสิ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วนับได้ว่าโคฟีพอดมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง (high nutritional value) และมีขนาดเล็กมากเหมาะสมพอดีกับขนาดปากของลูกปลาวัยอ่อน

สำหรับประเทศไทย อาจมีเฉพาะที่มิววิจัยชุดนี้ที่ได้ทำการศึกษารูปร่างและพฤติกรรมของโคฟีพอดอย่างละเอียด เพื่อยกระดับการศึกษารูปร่างและพฤติกรรมของโคฟีพอดซึ่งเป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กมากที่เคยถูกมองข้ามมาตลอด กระตุ้นให้นักวิจัยไทยได้รู้จักและนำมาใช้ประโยชน์ให้สมคุณค่า รวมทั้งยอมรับ ความจริงตามที่ต่างประเทศได้ให้ความสนใจกันอย่างมาก ได้จัดให้มีการประชุมนานาชาติเกี่ยวกับโคฟีพอดทุก 3 ปี ครั้งต่อไป คือ 12<sup>th</sup> International Copepoda Conference ณ กรุงโซล สาธารณรัฐเกาหลี ในปี ค.ศ. 2014

ที่มิววิจัยมีความประสงค์ช่วยเพิ่มอัตราการรอดของลูกปลาการ์ตูน ได้ทำการค้นหาและเพาะเลี้ยงฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด *Tigriopus sirindhormae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus* (family Harpacticidae), *Nitocra karanovici* (family Ameiridae) และ *Paramphiascella choi* (family Miraciidae) เพื่อใช้เป็นอาหารมีชีวิต (live prey) อนุบาลลูกปลาการ์ตูน เนื่องจากไข่และตัวอ่อนระยะนอเพอเลียของฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอดหลายชนิดมีขนาดเล็กกว่าไรติเฟอร์และตัวอ่อนแรกฟักของอาร์ทีเมีย ถึงเวลาแล้วที่วงการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามควรหันมาทำความรู้จัก สนใจ และใช้ประโยชน์จากโคฟีพอดเป็นอาหารเสริมเพิ่มอัตราการรอดและความแข็งแรงให้กับลูกปลาการ์ตูน โดยใช้สาหร่ายขนาดเล็ก *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis* sp. และ *Chaetoceros* sp. เป็นอาหารเลี้ยงโคฟีพอด ซึ่งสาหร่ายขนาดเล็กมีองค์ประกอบของไขมันและกรดไขมันอยู่ภายในเซลล์ช่วยเพิ่มอัตราการรอดและเพิ่มจำนวนไข่ของโคฟีพอดเพศเมียด้วย

คำสำคัญสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

### 1.1 ปลาการ์ตูน

เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Clownfish หรือ Clown Anemonefish มีชื่อสกุลว่า *Amphiprion* เป็นปลาขนาดเล็กที่มีสีสันสดใสสวยงามมาก ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ไข่ของปลาการ์ตูน 4 ชนิด ได้แก่ ปลาการ์ตูนส้มขาว, ปลาการ์ตูนมะเขือเทศ, ปลาการ์ตูนลายปล้อง และปลาการ์ตูนอานม้า ที่ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท เพอร์คูล่าฟาร์ม จำกัด

(1) ปลาการ์ตูนส้มขาว Clown Anemonefish, *Amphiprion ocellaris* (Cuvier, 1830) รู้จักกันดีในชื่อของ นีโม (Nemo) เป็นปลาการ์ตูนที่นิยมเลี้ยงกันค่อนข้างมาก มีราคาถูกที่สุดเลี้ยงง่าย มีสีเหลืองอ่อนจนถึงสีส้มเข้ม มีแถบสีขาว 3 แถบบนหัว กลางลำตัว และที่โคนหาง ปลาโตเต็มที่พร้อมผสมพันธุ์เมื่อเพศเมียยาว 4 เซนติเมตร และเพศผู้ยาว 3 เซนติเมตร

(2) ปลาการ์ตูนมะเขือเทศ Tomato Clownfish, *Amphiprion frenatus* (Brevoort, 1856) ตัวเต็มวัยมีสีแดงสดโดยครีบทูครีบมีสีแดง มีแถบสีขาว 1 แถบพาดขวางบริเวณหลังตา ขณะที่ปลาขนาดเล็กลำตัวและครีบทูเป็นสีแดง มีแถบขาวพาดขวางลำตัว 3 แถบบริเวณหลังตา กลางของลำตัว และโคนหาง เมื่อเจริญเป็นปลาวัยรุ่นแถบสีขาวที่โคนหางก็หายไป

(3) ปลาการ์ตูนลายปล้อง Clark's Clownfish, *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830) ลำตัวมีสีดำเข้ม ที่ส่วนหน้าของครีบอกและบริเวณหางมีสีเหลือง มีแถบขาว 3 แถบที่ส่วนหัว ลำตัว และโคนหาง สีของปลาวัยรุ่น แตกต่างจากตัวเต็มวัย จัดเป็นปลาการ์ตูนที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของไทย ปกติขนาด 3-7 เซนติเมตร แต่สามารถโตได้ถึง 15 เซนติเมตร

(4) ปลาการ์ตูนอานม้า Saddleback Clownfish, *Amphiprion polymnus* (Linnaeus, 1758) ตัวเต็มวัยมีสีดำตลอดทั้งลำตัว และมีลายสีขาวพาดตั้งแต่บริเวณปลายครีบทูหลังมายังบริเวณกลางลำตัวเหมือนอานม้า หรือมีลายอานม้าพาดยาวไปจนสุดด้านล่างของลำตัว หรือมีลายแถบสามแถบครึ่งลำตัว

### 1.2 ฮาร์แพคติกอยโคพีพอด (Harpacticoid copepods)

เป็นสัตว์หน้าดินขนาดเล็กมีความยาวลำตัวเพียง 1-2 มิลลิเมตร ชอบอาศัยอยู่กับสาหร่ายทะเลหลากชนิด มีเพศแยกกัน เพศเมียมีถุงไข่ 1-2 ถุงภายในมีไข่ (ความดกของไข่) ประมาณ 25-30 ฟอง/ถุงไข่ Koga (1970) รายงานว่าฮาร์แพคติกอยโคพีพอดใช้เวลาในการผสมพันธุ์อย่างน้อย 1 วันและต่อจากนั้นอีก 3 วันได้ถุงไข่ปล่อยตัวอ่อนระยะนอเพเลียส I แล้วพัฒนาต่อจนถึงระยะที่ VI ต่อจากนั้น เข้าสู่ระยะโคพีพอดติดอีก 5 ระยะ พัฒนาต่อจนถึงระยะสุดท้ายเป็นตัวเต็มวัย รวมวงจรชีวิต 8-12 วัน นอกจากนี้ เพศเมียมีไข่ (แม่โคพีพอด) สามารถผลิตถุงไข่ได้ตั้งแต่ 6 ถึง 11 ถุง ภายใน 25 วัน (Takeno 1971)

Tseng and Hsu (1984) ได้รายงานผลการทดลองอนุบาลลูกปลาทรายแดง พบว่า ลูกปลาที่อนุบาลด้วย *Tigriopus japonicus* เพียงชนิดเดียวเจริญเติบโตเร็วกว่าลูกปลาที่เลี้ยงด้วย *Artemia* อย่างเดียว หรือ *Artemia* ร่วมกับ *Tigriopus* นอกจากนี้ ยังได้พบว่า ลูกปลาที่เลี้ยงด้วย *Tigriopus* สามารถว่ายน้ำอย่างกระฉับกระเฉงและมีสีสวยสดใสกว่าด้วย

ฮาร์แพคติกคอยโคพีพอด ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Nitocra karanovici* และ *Paramphiascella choi* เป็นทรัพยากรธรรมชาติมีชีวิตของไทยที่ทีมวิจัยได้ค้นพบ และสามารถเพาะเลี้ยงหนาแน่นเป็นหมวมวลได้

### 1.3 สาหร่ายขนาดเล็ก (Micro-algae)

Lavens and Sorgeloos (1996) ได้รายงานสาหร่ายขนาดเล็กเป็นแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) ที่มีความสำคัญเป็นผู้ผลิตขั้นต้นในห่วงโซ่อาหาร สาหร่ายขนาดเล็กที่ได้เพาะเลี้ยงเพื่อเป็นอาหารเลี้ยงโคพีพอด ได้แก่ *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros* sp., *Tetraselmis* sp. และ *Chlorella* sp. โดยพิจารณาจากศักยภาพในการเพาะเลี้ยงให้หนาแน่นเป็นหมวมวลและใช้ประโยชน์ได้ มีขนาดของเซลล์เล็กมาก ง่ายต่อการกิน และมีคุณค่าทางอาหาร เป็นต้น

### 1.4 โรติเฟอร์ (Rotifers)

Jeeja et al. (2011) และ Divya et al. (2011) รายงานว่า *Brachionus* sp. เป็นสกุลหนึ่งของโรติเฟอร์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดได้ใช้กันอย่างแพร่หลายให้เป็นอาหารมีชีวิตอันดับแรกในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนทุกชนิดทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม เนื่องจากมีขนาดที่พอเหมาะ (130-320  $\mu\text{m}$ ), ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอน, ให้ผลผลิตสูงสามารถเพาะเลี้ยงให้หนาแน่นได้อย่างรวดเร็ว กินสาหร่ายขนาดเล็ก โปรโตซัวและแบคทีเรียเป็นอาหาร

### 1.5 อาร์ทีเมีย (*Artemia* sp.)

ในวงการเพาะเลี้ยงไทยรู้จักกันในชื่อของไรน้ำเค็มหรือไรทะเลหรือเรียกชื่อวิทยาศาสตร์กันจนติดปากว่า *Artemia* ภาษาอังกฤษเรียกว่า Brine shrimps จัดเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญรองจากโรติเฟอร์ สำหรับใช้เป็นอาหารลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ทะเลในกลุ่มครัสเตเชียน ตัวเต็มวัยยาว 15 มิลลิเมตร เพศเมียผลิตไข่ 2 แบบ แบบที่ 1 เป็นไข่เปลือกบางสามารถฟักเป็นตัวอ่อนระยะนอเพลีสได้เลย แบบที่ 2 เป็นไข่เปลือกหนา (เรียกว่า ซีสต์) สามารถเก็บไว้ได้นาน เพราะอบแห้งเก็บไว้ในกระป๋องเมื่อต้องการใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อน จึงนำมาฟักในน้ำ ทะเล นอเพลีสระยะแรกฟักอาร์ทีเมียยาว 450  $\mu\text{m}$  ส่วนตัวเต็มวัยมีลำตัวยาว 7.64 มิลลิเมตร

## 1.6 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อเพิ่มอัตราการรอดของลูกปลาการ์ตูนชนิดต่าง ๆ หลังฟักออกจากไข่ ทำการอนุบาลจนครบอายุ 10 วัน จึงเข้าสู่การทดลองจนมีอายุครบ 45 วัน โดยใช้ฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอดหลากหลายชนิดเป็นอาหารอนุบาลลูกปลา
2. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดและเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนชนิดต่าง ๆ ที่เลี้ยงด้วยฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอดกับโรติเฟอร์ร่วมกับนอเพล็ยสแรกฟักของอาร์ทีเมีย
3. เพื่อหาคุณค่าทางอาหารของฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอดชนิดต่าง ๆ
4. เพื่อให้ได้พ่อแม่พันธุ์ปลาการ์ตูนจากโครงการวิจัยนี้
5. เพื่อค้นหาฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอดชนิดใหม่ของโลก (new species) และตีพิมพ์ผลงานในวารสารนานาชาติเผยแพร่ทรัพยากรของไทย

## 2. อุปกรณ์และวิธีการศึกษา (Materials and Methods)

### 2.1 อุปกรณ์การศึกษา – ในการดำเนินการวิจัยจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ต่อไปนี้:-

1. กล้องจุลทรรศน์มีอุปกรณ์เสริมสำหรับวาดภาพ
2. กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอสำหรับผ่าตัดโคฟีพอด
3. กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ
4. แผ่นสไลด์แบบกระจกและแผ่นปิดสไลด์
5. ฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด, สาหร่ายทะเล, สาหร่ายขนาดเล็ก, โรติเฟอร์ และอาร์ทีเมีย
6. จานแก้วหลายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5, 5.5 และ 8.5 เซนติเมตร
7. บีกเกอร์ขนาด 50, 100, 500 มิลลิลิตร และขวดแก้วหลาย ๆ ขนาด
8. เครื่องบดผสม สายยางและหัวทราย
9. เข็มผ่าตัดโคฟีพอดพร้อมด้ามถือหลายขนาด
10. ถูกรองขนาดตา 120, 90 และ 63 ไมโครเมตร
11. ถูพลาสติกหลาย ๆ ขนาด
12. กระดาษทิชชู สำลีและดินน้ำมัน
13. ปากคีบหลายขนาด และน้ำยาเคลือบเล็บแบบใส
14. ก्लीเซอรินเข้มข้นและสีย้อมโรสเบนกอล
15. น้ำยาฟอร์มาลิน 6 และ 10 เปอร์เซ็นต์
16. เอทิลแอลกอฮอล์ 95%

17. ดินสอและยางลบ
18. ปากกาเขียนแบบแรฟิโดกราฟ ขนาด 0.13, 0.18, 0.20 และ 0.30 มิลลิเมตร
19. กระดาษขาวขนาด A4 และกระดาษไขเขียนแบบขนาด A3
20. กระดาษเซตเลนส์
21. ห่วงขนาดเล็กสำหรับเกี่ยวโคฟีพอด
22. อุปกรณ์วัดความเค็ม วัดอุณหภูมิและวัดความเป็นกรด-ด่าง
23. อุปกรณ์ให้ออกซิเจน ได้แก่ เครื่องปั๊มลม ต่อกับสายยางและหัวทราย
24. หลอดดูดแบบแก้วและพลาสติกหลายขนาด
25. ถังน้ำพลาสติกหลาย ๆ ขนาด
26. ตู้อึ่งปลาขนาดยาว 48 นิ้ว, 32 นิ้ว, 28 นิ้ว, 24 นิ้ว และ 12 นิ้ว
27. ห้องควบคุมอุณหภูมิสำหรับเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็ก
28. และอื่น ๆ เป็นต้น

2.2 วิธีการศึกษา (รายละเอียดวิธีการจำแนกโคฟีพอดดูได้จากตำรา โคฟีพอดา ผู้แต่ง สุภาวดี จุลละสร (2553) และรายงานฉบับสมบูรณ์งานวิจัยสุภาวดี จุลละสร (2553) เรื่อง “การศึกษาความหลากหลายของฮาร์แพคติกอยโคฟีพอดที่อาศัยอยู่กับสาหร่ายทะเลและเพาะเลี้ยงเป็นอาหารมีชีวิตของลูกกุ้ง”)

### 2.2.1 สถานที่เก็บข้อมูล

ทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างสาหร่ายทะเล ชนิดต่าง ๆ แถบ ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย แยกใส่ถุงพลาสติกพร้อมน้ำทะเล เพื่อ นำกลับไปห้องปฏิบัติการ เพื่อตรวจหาฮาร์แพคติกอยโคฟีพอดที่ยังคงเกาะอยู่กับสาหร่าย ทะเล ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอต่อไป

### 2.2.2 ดำเนินการวิจัยในห้องปฏิบัติการ

เป็นโครงการ 3 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2553–กันยายน 2556 สถานที่ศึกษา คือ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ทำการคัดเลือก เฉพาะ ฮาร์แพคติกอยโคฟีพอด เพศเมียมีไข่และมีชีวิตในสกุล *Tigriopus*, *Paramphiascella* และ *Nitocra* แล้วนำไปเพาะเลี้ยงเพื่อให้ได้ปริมาณหนาแน่นมาก ๆ เป็นแบบมหมวล เพื่อใช้เป็นอาหารอนุบาลลูกปลาการ์ตูนในงานวิจัยครั้งนี้

### 2.2.2.1 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็ก

ได้ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็ก 4 ชนิด ได้แก่ *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros* sp., *Tetraselmis* sp. และ *Chlorella* sp. (ภาพที่ 1) เป็นอาหารในการเพาะเลี้ยงฮาร์แพคติกอยโคฟีพอด ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออกในระยะแรกเริ่ม แล้วขยายการเพาะเลี้ยงต่อในห้องควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส และให้แสงฟลูออเรสเซนต์ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อให้สาหร่ายเจริญเติบโตดีมีมากเพียงพอตลอดเวลา และให้อาหารตามสูตร F/2 Medium (Guillard & Ryther 1962, Guillard 1975) ดังรายละเอียดต่อไปนี้:-

#### สูตรอาหาร F/2 (เป็นสูตรอาหารของกิลลาร์ด)

สูตรอาหาร F/2 เหมาะสมสำหรับใช้เพิ่มคุณค่าอาหารของน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กแถบชายฝั่งทะเล ได้ลดความเข้มข้นของสูตรอาหารดั้งเดิมของ “F Medium” (Guillard & Ryther 1962) ลงครึ่งหนึ่ง

วิธีการเตรียม-ใช้น้ำทะเลธรรมชาติที่กรองแล้ว 950 มิลลิลิตร เติมส่วนผสมต่อไปนี้ลงไป ได้แก่ ธาตุอาหารและสารละลายวิตามิน ซึ่งได้ให้รายละเอียดแล้วที่ด้านล่าง ที่สำคัญให้เพิ่มน้ำทะเลธรรมชาติที่กรองแล้วเพื่อทำให้ปริมาตรสุดท้ายเท่ากับ 1 ลิตร ต่อจากนั้น นำเข้าอบฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน สารละลายหัวเชื้อมีส่วนผสมดังนี้:-

สารประกอบ	สารละลายหัวเชื้อ	ปริมาตร
NaNO <sub>3</sub>	75 กรัม/ลิตร น้ำกลั่น	1 มิลลิลิตร
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	5 กรัม/ลิตร น้ำกลั่น	1 มิลลิลิตร
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O	30 กรัม/ลิตร น้ำกลั่น	1 มิลลิลิตร
สารละลายธาตุอาหาร	ส่วนผสมด้านล่าง	1 มิลลิลิตร
สารละลายวิตามิน	ส่วนผสมด้านล่าง	0.5 มิลลิลิตร

### สารละลายธาตุอาหาร (F/2 Trace Metal Solution)

วิธีการเตรียม -ใช้น้ำกลั่น 950 มิลลิลิตร เติมส่วนผสมข้างล่างนี้และเติมน้ำกลั่นเพื่อให้ปริมาตรสุดท้ายเท่ากับ 1 ลิตร ต่อจากนั้น นำเข้าอบฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน

ขอให้สังเกตว่าสูตรอาหารเดิม (Guillard & Ryther 1962) ใช้ ferric sequenstrene; แต่สูตรใหม่นี้ทดแทนด้วย  $\text{Na}_2\text{EDTA}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  และ  $\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$

สารประกอบ	สารละลายหัวเชื้อขั้นต้น	ปริมาตร
$\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$	-	3.15 กรัม
$\text{Na}_2\text{EDTA}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	-	4.36 กรัม
$\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$	9.8 กรัม/ลิตร น้ำกลั่น	1 มิลลิลิตร
$\text{Na}_2\text{MoO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	6.3 กรัม/ลิตร น้ำกลั่น	1 มิลลิลิตร
$\text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$	22.0 กรัม/ลิตร น้ำกลั่น	1 มิลลิลิตร
$\text{CoCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$	10.0 กรัม/ลิตร น้ำกลั่น	1 มิลลิลิตร
$\text{MnCl}_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$	180.0 กรัม/ลิตร น้ำกลั่น	1 มิลลิลิตร

### สารละลายวิตามิน (F/2 Vitamin Solution)

อันดับแรก ต้องเตรียมสารละลายหัวเชื้อก่อน แล้วจึงเตรียมสารละลายวิตามินเป็นอันดับสุดท้าย โดยมีวิธีการเตรียมดังนี้: ใช้น้ำกลั่น 950 มิลลิลิตรมาละลายวิตามิน แล้วเติมสารละลายหัวเชื้อเบื้องต้นตามที่ระบุปริมาณไว้ด้านล่าง เติมน้ำกลั่นเพื่อให้ได้ปริมาตรสุดท้ายเท่ากับ 1 ลิตร แล้วทำให้ปลอดเชื้อโดยการกรองและเก็บไว้ในตู้เย็นหรือตู้แช่แข็ง

สารประกอบ	สารละลายหัวเชื้อขั้นต้น	ปริมาตร
วิตามินบี 1 (thiamine HCl)	-	200 มิลลิกรัม
ไบโอติน (biotin)	0.1 กรัม/ลิตร น้ำกลั่น	10 มิลลิลิตร
วิตามินบี 12 (cyanocobalamin)	1.0 กรัม/ลิตร น้ำกลั่น	1 มิลลิลิตร

### 2.2.2.2 การเพาะเลี้ยงฮาร์แพคติกอยโคพีพอด

เนื่องจากโคพีพอดมีขนาดเล็กมาก ทุกขั้นตอนต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

(1) ใช้หลอดดูดเฉพาะเพศเมียมีถุงไข่ แยกใส่ในจานแก้วขนาดเล็กจานละ 1 ตัว ใช้น้ำทะเลเดิมจากภาคนามเพื่อไม่ให้โคพีพอดช็อคน้ำ แล้วเติมสาหร่าย *Isochrysis galbana* เล็กน้อยเป็นอาหารวันเว้นวัน ประมาณ 10 วันจึงตรวจดูผลที่เกิดขึ้นในแต่ละจานแก้ว

(2) เฉพาะจานแก้วที่มีตัวอ่อนโคพีพอดเกิดขึ้น แยกเทลงไปในบีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร ซึ่งได้ บรรจุ น้ำทะเลกรอง แล้วมีความเค็ม 30-33 ppt ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส มีระยะเวลาวงจรความมืด-ความสว่าง เป็น 12 : 12 ชั่วโมง เปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลใหม่ครั้งหนึ่งทุกสัปดาห์ ให้สาหร่าย ขนาดเล็ก 4 ชนิดรวมกัน ได้แก่ *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros* sp., *Tetraselmis* sp. และ *Chlorella* sp. เป็นอาหารตลอดการเลี้ยง และให้อาหารใหม่ทุก 2 วันโดยให้ในปริมาณมากเกินไปเล็กน้อยเสมอ ได้ตัวอ่อนระยะนอเพลียส I (Nauplius I = N I) เจริญเติบโตจนถึงนอเพลียส VI (N VI) เจริญต่อเป็นตัวอ่อนระยะโคพีโพดิด (Copepodid I = C I) จนถึงโคพีโพดิด V (C V) และพัฒนาต่อเป็นตัวเต็มวัย (Adult หรือ C VI)

(3) ฮาร์แพคติกอยโคพีพอด 5 ชนิดที่ใช้ทดลองอนุบาลลูกปลาการ์ตูน ได้แก่ *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* และ *Nitocra karanovici* (ภาพที่ 2)

### 2.2.2.3 การเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์

ได้รับความอนุเคราะห์ตัวอย่างโรติเฟอร์น้ำเค็มสกุล *Brachionus* (ภาพที่ 2) สายพันธุ์ที่มีขนาดเล็กมาก เป็น S-type จากบริษัท เพอร์คูล่าฟาร์ม จำกัด นำมาเพาะเลี้ยงในบีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร ให้ *Chlorella* sp. เป็นอาหาร พบว่าจาก *Brachionus* เพศเมียมีไข่ 1 ตัว ภายในเวลา 10 วัน ได้โรติเฟอร์เพิ่มเป็น 102 ตัว ตัวอ่อนแรกฟักยาวเพียง 83  $\mu\text{m}$  และตัวเต็มวัยยาว 224  $\mu\text{m}$  ค่อย ๆ เพิ่มขนาดภาชนะเลี้ยงให้ใหญ่ขึ้น จนกระทั่งเพาะเลี้ยงให้ได้โรติเฟอร์ปริมาณหนาแน่นมาก ๆ ได้ใช้คลอเรลลา+ยีสต์+ปุ๋ย (*Chlorella*+yeast+fertilizer) เป็นอาหารเลี้ยงโรติเฟอร์ไว้ในถังกลมไฟเบอร์กลาสขนาด 500 ลิตร บรรจุ น้ำทะเลที่มีความเค็ม 25 ppt ให้ออกซิเจนแรงพอประมาณ ตั้งไว้กลางแจ้งรับแต่แดดจึงไม่ร้อนมากนัก เลี้ยงไว้สำหรับใช้เป็นอาหารอนุบาลลูกปลาการ์ตูน



#### 2.2.2.4 การฟักไข่อาร์ทีเมีย

อาร์ทีเมียที่บรรจุกระป๋องวางจำหน่ายตามร้านเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นไข่เปลือกหนา สามารถเก็บไว้ได้นาน เมื่อต้องการใช้ ลูกอาร์ทีเมีย เป็นอาหาร อนุบาลลูกปลา วัยอ่อน ได้นำมาฟักในถังพลาสติกพร้อมมีกอกไข่ออกได้ด้านล่างของถัง บรรจุน้ำทะเลที่มีความเค็ม 28 ppt หุ้มรอบถังด้วยถุงดำ แล้วให้ออกซิเจนแรง ๆ เพื่อแยกเปลือกไข่และไข่เสียซึ่งลอยอยู่ที่ผิวน้ำ ส่วนตัวอ่อนนอเพเลียส (*Artemia nauplii*, ภาพที่ 2) ที่ฟักเป็นตัวสามารถว่ายน้ำตลอดเวลาภายใน 24 - 36 ชั่วโมงโดยขึ้นอยู่กับคุณภาพของไข่ เนื่องจากตัวอ่อนนอเพเลียสแรกฟักของอาร์ทีเมียยาว ถึง 450  $\mu\text{m}$  ใช้อนุบาลลูกปลาการ์ตูนระยะแรกฟักไม่ได้ สามารถใช้ได้เมื่อลูกปลามีอายุตั้งแต่ 15 วันขึ้นไป การทดลองครั้งนี้ใช้อาหารขนาดเล็กมาก ๆ เป็นอาหารอนุบาลลูกปลา วัยอ่อน จึงไม่ใช้ อาร์ทีเมียเต็มวัย ซึ่งมีลำตัวยาว มากถึง 7,638  $\mu\text{m}$  หรือ 7.64 มิลลิเมตร

#### 2.2.2.5 ฟักไข่ปลาการ์ตูนแล้วอนุบาลลูกปลา วัยอ่อนด้วยฮาร์แพคติกคอยโคพีพอด

อาหารมีชีวิตที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อนทุกชนิดใช้คําย่อดังนี้ : *Tigriopus sirindhornae*=Ts, *T. thailandensis*=Tt, *T. japonicus*=Tj, *Paramphiascella choi*=Pc, *Nitocra karanovici*=Nk; Rotifers=R, *Artemia nauplii*=An; adult=a, copepodid=c, nauplii=n (ภาพที่ 3)

น้ำทะเลที่บรรจุในตู้ฟักไข่ปลาการ์ตูนมีขนาดยาว 24 นิ้ว x กว้าง 12 นิ้ว x สูง 16 นิ้ว ควบคุมความเค็มไว้ที่ 32 ppt และอุณหภูมิที่ 28 องศาเซลเซียส หลังจากลูกปลาฟักออกจากไข่แล้ว รับประทานอาหารขนาดเล็ก *Isochrysis galbana* และ *Chlorella* sp., โรติเฟอร์สกุล *Brachionus* และนอเพเลียสของฮาร์แพคติกคอยโคพีพอด 5 ชนิด (Tsn+Ttn+Tjn+Pcn+Nkn) ลงไปในตู้ฟักไข่ทันที เพื่อให้เป็นอาหารอนุบาลลูกปลาการ์ตูน เนื่องจากถุงไข่แดงยุบเร็วมาก ถ้าลูกปลาได้อาหารไม่เพียงพอจะตายทันที ทำการอนุบาลแบบนี้จนลูกปลาการ์ตูน 4 ชนิดที่ใช้ในการทดลองมีอายุครบ 10 วันแล้ว จึงเข้าสู่การทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองอนุบาลลูกปลาครบอายุ 45 วันแล้ว ทำการวัดความยาว (ซม.) และชั่งน้ำหนัก (กรัม) ลูกปลาแต่ละตัวที่รอดชีวิต พร้อมจดบันทึกผล

การดำเนินการฟักไข่ปลาการ์ตูนทั้ง 4 ชนิด โดยครั้งแรกได้วางแผนไว้เพียง 3 ชนิด คือ ปีที่ 1 เป็นปลาการ์ตูนส้มขาว ปีที่ 2 เป็นปลาการ์ตูนมะเขือเทศ ปีที่ 3 เป็นปลาการ์ตูนลายปล้อง แต่เนื่องจากได้รับไข่ปลาการ์ตูนอานม้าในปีที่ 3 ด้วย

(1) ลูกปลาการ์ตูนส้มขาว (*Amphiprion ocellaris* larvae, ภาพที่ 4)

ตารางที่ 1. อนุบาลลูกปลาการ์ตูนส้มขาววัยอ่อน 7 ตู้ ๆ ละ 5 ตัวด้วยฮาร์แพคทีคอยโคฟีพอดทุกระยะ โรติเฟอร์ และนอเพลียดแรกฟักของอาร์ทีเมีย ตั้งแต่ 17 กรกฎาคม ถึง 31 สิงหาคม 2554 (รวม 45 วัน) ครอป I

ตู้ที่	อาหารที่ใช้อนุบาลลูกปลาการ์ตูนส้มขาว	คงเหลือลูกปลา (ตัว)
1	Tsn + Tsc + Tsa + (R+An เล็กน้อย)	5
2	Ttn + Ttc + Tta + (R+An เล็กน้อย)	5
3	Tjn + Tjc + Tja + (R+An เล็กน้อย)	5
4	Pcn + Pcc + Pca + (R+An เล็กน้อย)	5
5	Nkn + Nkc + Nka + (R+An เล็กน้อย)	4
6	Tsnca+Ttnca+Tjnca+Pcnca+Nknca+(R+An เล็กน้อย)	5
7	<i>Brachionus</i> + <i>Artemia</i> nauplii	4

ตารางที่ 2. อนุบาลลูกปลาการ์ตูนส้มขาววัยอ่อน 7 ตู้ ๆ ละ 5 ตัวด้วย ฮาร์แพคทีคอยโคฟีพอดทุกระยะ โรติเฟอร์ และนอเพลียดแรกฟักของอาร์ทีเมีย ตั้งแต่ 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (รวม 45 วัน) ครอป II

ตู้ที่	อาหารที่ใช้อนุบาลลูกปลาการ์ตูนส้มขาว	คงเหลือลูกปลา (ตัว)
1	Tsn + Tsc + Tsa + (R+An เล็กน้อย)	5
2	Ttn + Ttc + Tta + (R+An เล็กน้อย)	5
3	Tjn + Tjc + Tja + (R+An เล็กน้อย)	5
4	Pcn + Pcc + Pca + (R+An เล็กน้อย)	5
5	Nkn + Nkc + Nka + (R+An เล็กน้อย)	5
6	Tsnca+Ttnca+Tjnca+Pcnca+Nknca+(R+An เล็กน้อย)	5
7	<i>Brachionus</i> + <i>Artemia</i> nauplii	5

(2) ลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศ (*Amphiprion frenatus* larvae, ภาพที่ 5)

ตารางที่ 3. อนุบาลลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศวัยอ่อน 2 ตู้ ๆ ละ 5 ตัวด้วยฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด  
ทุกระยะ โรติเฟอร์ และนอเพล็ยสแรกฟักของอาร์ทีเมีย ตั้งแต่ 26 พฤศจิกายน 2554 ถึง 10  
มกราคม 2555 (รวม 45 วัน) ครอป I

ตู้ที่	อาหารที่ใช้อนุบาลลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศ	คงเหลือลูกปลา (ตัว)
1	Tsn + Tsc + Tsa + (R+An เล็กน้อย)	5
2	Ttn + Ttc + Tta + (R+An เล็กน้อย)	5

ตารางที่ 4. อนุบาลลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศวัยอ่อน 5 ตู้ ๆ ละ 5 ตัวด้วยฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด  
ทุกระยะ โรติเฟอร์ และนอเพล็ยสแรกฟักของอาร์ทีเมีย ตั้งแต่ 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม  
2555 (รวม 45 วัน) ครอป II

ตู้ที่	อาหารที่ใช้อนุบาลลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศ	คงเหลือลูกปลา (ตัว)
1	Tsn + Tsc + Tsa + (R+An เล็กน้อย)	5
2	Ttn + Ttc + Tta + (R+An เล็กน้อย)	5
3	Tjn + Tjc + Tja + (R+An เล็กน้อย)	5
4	Tsnca+Ttnca+Tjnca+Pcnca+Nknca+(R+An เล็กน้อย)	5
5	<i>Brachionus</i> + <i>Artemia</i> nauplii	5

ตารางที่ 5. อนุบาลลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศวัยอ่อน 4 ตู้ ๆ ละ 5 ตัวด้วยฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด  
ทุกระยะ โรติเฟอร์ และนอเพล็ยสแรกฟักของอาร์ทีเมีย ตั้งแต่ 31 กรกฎาคม ถึง 13 กันยายน  
2555 (รวม 45 วัน) ครอป III

ตู้ที่	อาหารที่ใช้อนุบาลลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศ	คงเหลือลูกปลา (ตัว)
1	Tsn + Tsc + Tsa + (R+An เล็กน้อย)	5
2	Tjn + Tjc + Tja + (R+An เล็กน้อย)	5
3	Pcn + Pcc + Pca + (R+An เล็กน้อย)	4
4	Nkn + Nkc + Nka + (R+An เล็กน้อย)	4

(3) ลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง (*Amphiprion clarkii* larvae, ภาพที่ 6)

ตารางที่ 6. อนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน 4 ตู้ ๆ ละ 5 ตัวด้วยฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด  
ทุกระยะ โรติเฟอร์ และอาร์ทีเมียแรกฟัก ตั้งแต่ 30 ก.ค.-12 ก.ย. 55 (รวม 45 วัน) ครอบ I

ตู้ที่	อาหารที่ใช้อนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง	คงเหลือลูกปลา (ตัว)
1	Tsn + Tsc + Tsa + (R+An เล็กน้อย)	5
2	Ttn + Ttc + Tta + (R+An เล็กน้อย)	5
3	Tjn + Tjc + Tja + (R+An เล็กน้อย)	5
4	<i>Brachionus</i> + <i>Artemia</i> nauplii	5

ตารางที่ 7. อนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้องวัยอ่อน 7 ตู้ ๆ ละ 30 ตัวด้วยฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด  
ทุกระยะ โรติเฟอร์ และนอเพลียสแรกฟักของอาร์ทีเมีย ตั้งแต่ 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน  
2556 (รวม 45 วัน) ครอบ II

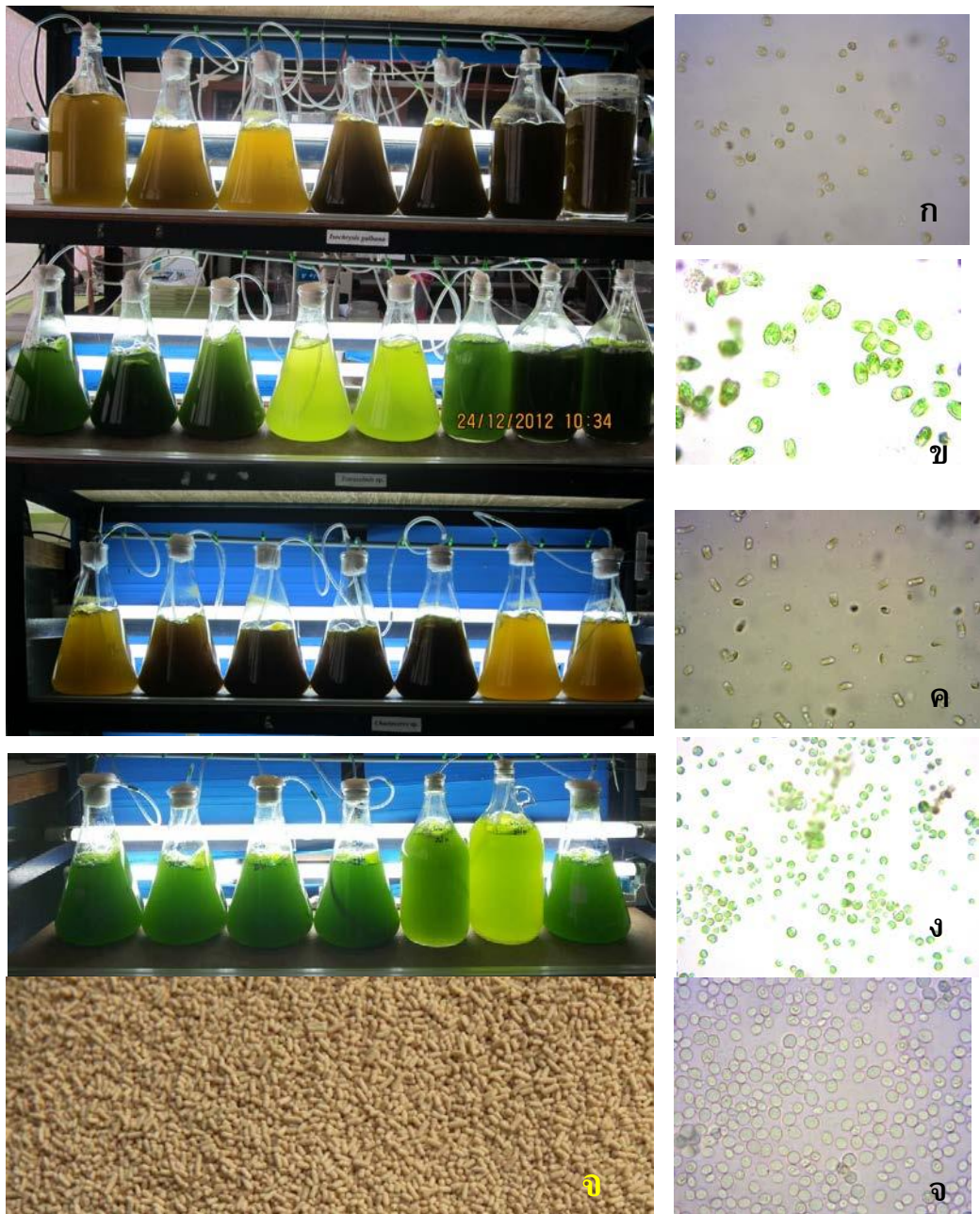
ตู้ที่	อาหารที่ใช้อนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง	คงเหลือลูกปลา (ตัว)
1	Tsn + Tsc + Tsa + (R+An เล็กน้อย)	5
2	Ttn + Ttc + Tta + (R+An เล็กน้อย)	5
3	Tjn + Tjc + Tja + (R+An เล็กน้อย)	5
4	Pcn + Pcc + Pca + (R+An เล็กน้อย)	5
5	Nkn + Nkc + Nka + (R+An เล็กน้อย)	4
6	Tsnca+Ttnca+Tjnca+Pcnca+Nknca+(R+An เล็กน้อย)	5
7	<i>Brachionus</i> + <i>Artemia</i> nauplii	4

(4) ลูกปลาการ์ตูนอานม้า (*Amphiprion polymnus* larvae, ภาพที่ 7)

ตารางที่ 8. อนุบาลลูกปลาการ์ตูนอานม้าวัยอ่อน 7 ตู้ ๆ ละ 16 ตัวด้วยฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด  
ทุกระยะ โรติเฟอร์ และนอเพลียสแรกฟักของอาร์ทีเมีย ตั้งแต่ 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556  
(รวม 45 วัน) 1 ครอบ

ตู้ที่	อาหารที่ใช้อนุบาลลูกปลาการ์ตูนอานม้า	คงเหลือลูกปลา (ตัว)
1	Tsn + Tsc + Tsa + (R+An เล็กน้อย)	16
2	Ttn + Ttc + Tta + (R+An เล็กน้อย)	16
3	Tjn + Tjc + Tja + (R+An เล็กน้อย)	16
4	Pcn + Pcc + Pca + (R+An เล็กน้อย)	16
5	Nkn + Nkc + Nka + (R+An เล็กน้อย)	16
6	Tsnca+Ttnca+Tjnca+Pcnca+Nknca+(R+An เล็กน้อย)	16
7	<i>Brachionus</i> + <i>Artemia</i> nauplii	16





ภาพที่ 1. ภาพถ่ายสาหร่ายทะเลขนาดเล็ก 4 ชนิด ได้แก่ (ก) *Isochrysis galbana*  
 (ข) *Tetraselmis* sp., (ค) *Chaetoceros* sp. (ง) *Chlorella* sp.  
 (จ) Baker's yeast



*Tigriopus sirindhornae*



*Tigriopus thailandensis*



*Tigriopus japonicus*



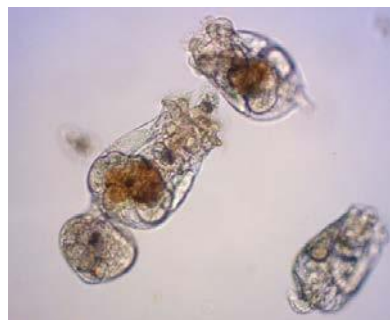
*Nitocra karanovici*



*Paramphiascella choi*



Harpacticoid copepods 5 ชนิดรวมกัน

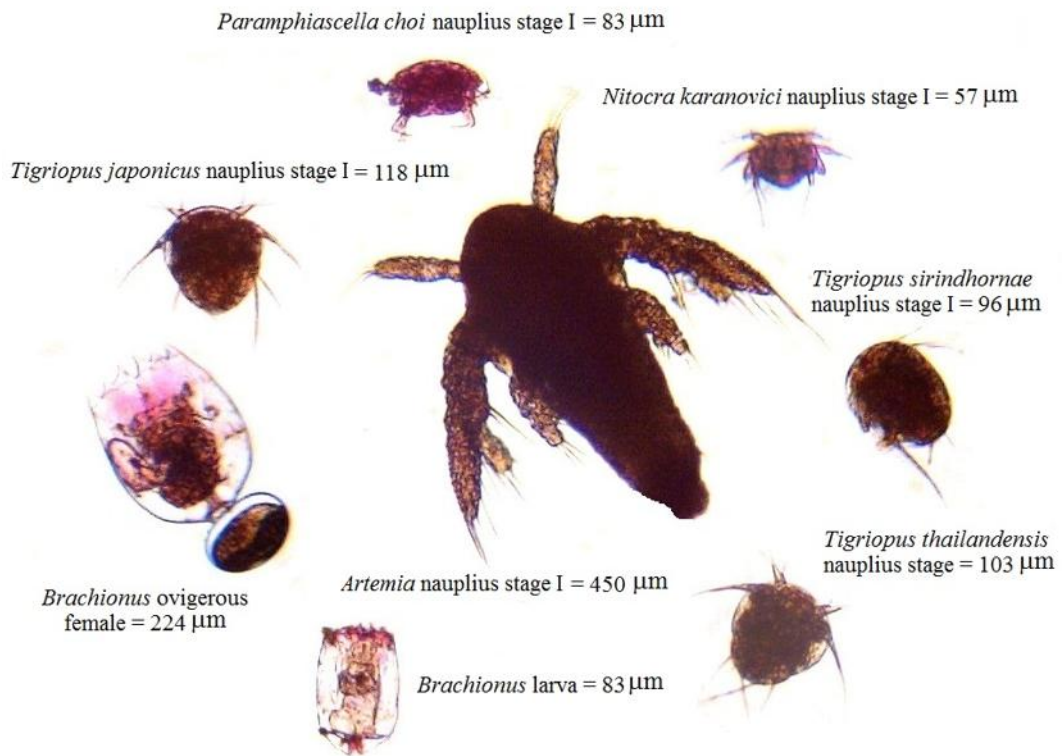


*Brachionus* sp. หลายขนาด



Nauplius larva แรกฟักของ *Artemia*

ภาพที่ 2. ภาพถ่ายฮาร์แพคติกอยโคพีพอด 5 ชนิด ได้แก่ *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Nitocra karanovici*, *Paramphiascella choi*, โรติเฟอร์ *Brachionus* หลายขนาด และ nauplius larva แรกฟักของ *Artemia*



ภาพที่ 3. ภาพถ่ายตัวอย่างสัตว์น้ำขนาดเล็กที่ใช้เป็นอาหารอนุบาลลูกปลาการ์ตูน  
เปรียบเทียบขนาดตัวอ่อนระยะนอเพเลียส I ของ *Tigriopus sirindhornae*,  
*T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* และ *Nitocra*  
*karanovici* กับตัวอ่อนแรกฟักของ *Brachionus* และ *Artemia*  
รวมทั้ง *Brachionus* เพศเมียมีไข่





ไข่ปลาการ์ตูนส้มขาวใกล้ฟัก จุดสีเงิน-ดำคือตาของลูกปลา

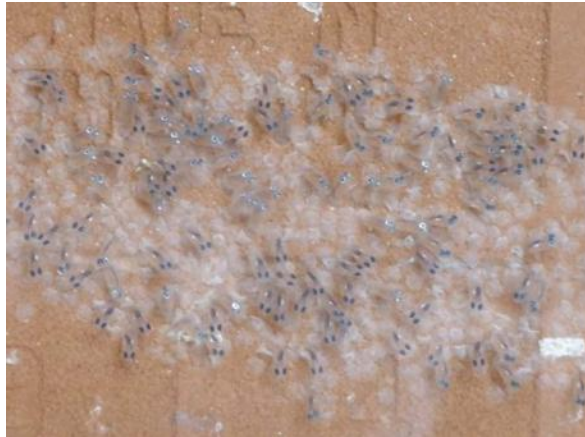


ลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุ 45 วัน ยาว 2.4 ซม. หนัก 0.28 กรัม



ปลาการ์ตูนส้มขาวกำลังว่ายน้ำอายุครบ 1 ปี

ภาพที่ 4. ภาพถ่ายไข่ปลาการ์ตูนส้มขาว, ลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุ 45 วัน และ ปลาการ์ตูนส้มขาว *Amphiprion ocellaris* กำลังว่ายน้ำอายุครบ 1 ปี



ไข่ปลาการ์ตูนมะเขือเทศ ลูกปลาใกล้ฟักออกจากไข่ สีเงิน-ดำคือตาของลูกปลา



ลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน ยาว 2.0 ซม. หนัก 0.19 กรัม



ลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 90 วัน

ภาพที่ 5. ภาพถ่ายไข่ปลาการ์ตูนมะเขือเทศ, ลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศ  
*Amphiprion frenatus* อายุครบ 45 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ



ไข่ปลาการ์ตูนลายปล้องใกล้จะฟักเป็นตัว



ลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน ยาว 2.5 ซม.หนัก 0.31 กรัม



ลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 59 วัน

ภาพที่ 6. ภาพถ่ายไข่ปลาการ์ตูนลายปล้อง, ลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน และลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง *Amphiprion clarkii* อายุครบ 59 วันกำลังว่ายน้ำ



กำลังฟักไข่ปลาการ์ตูนอานม้าที่เกาะติดกับท่อ PVC



ลูกปลาการ์ตูนอานม้าอายุ 45 วัน ยาว 2.8 ซม.หนัก 0.40 กรัม



ลูกปลาการ์ตูนอานม้าอายุ 75 วัน กำลังว่ายน้ำ

ภาพที่ 7. ภาพถ่ายขณะกำลังฟักไข่ปลาการ์ตูนอานม้าที่เกาะติดกับท่อ PVC และลูกปลาการ์ตูนอานม้า *Amphiprion polymnus* อายุ 45 วัน และ 75 วัน ตามลำดับ

### 3. ผลการศึกษา (Results)

ผลการศึกษาครั้งนี้ ได้แยกรายงานเป็น 4 หัวข้อ ดังนี้:-

- (1) วงจรชีวิตของฮาร์แพคติกอยโคฟีพอด 5 ชนิด
- (2) การพัฒนาของลูกปลาการ์ตูน 4 ชนิด
- (3) เปรียบเทียบอัตราการรอดและการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูน 4 ชนิด
- (4) ได้พบฮาร์แพคติกอยโคฟีพอดของไทย 5 ชนิด เป็นชนิดใหม่ของโลก (new species) 3 ชนิดได้รับการตีพิมพ์ลงในวารสารนานาชาติเรียบร้อยแล้ว

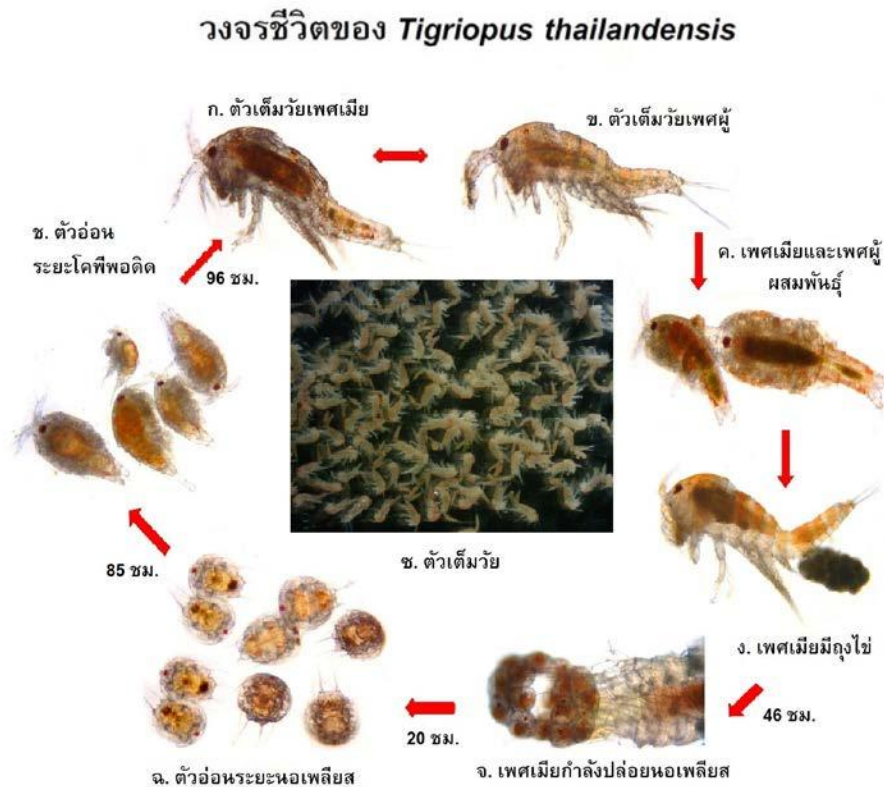
#### 3.1 วงจรชีวิตของฮาร์แพคติกอยโคฟีพอด 5 ชนิด คือ

##### 3.1.1 *Tigriopus sirindhornae* (ภาพที่ 8.1)



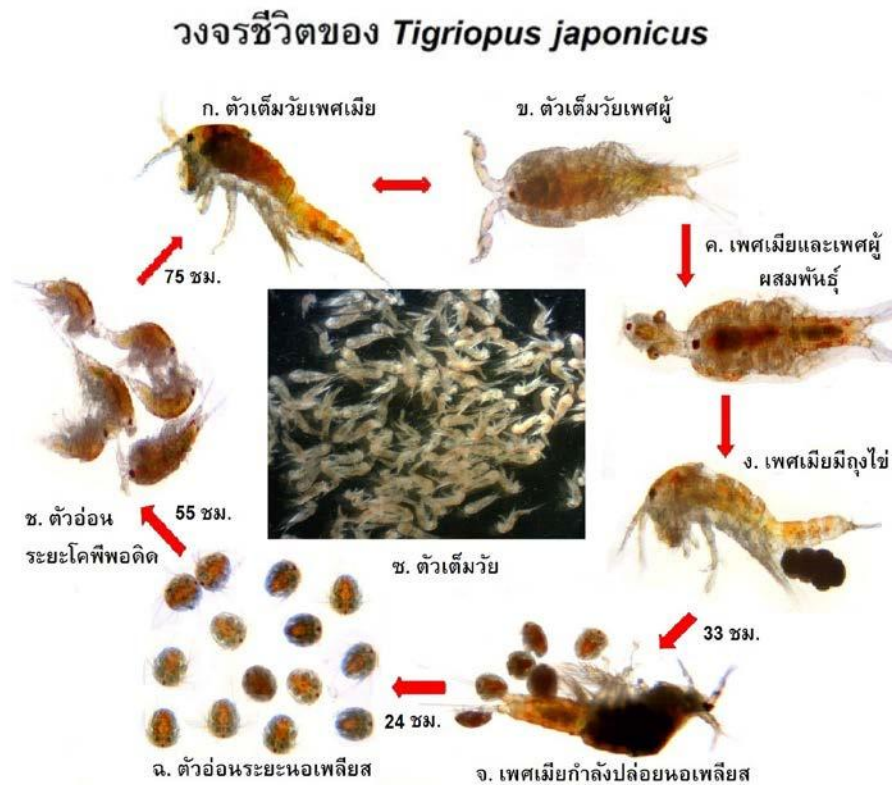
ภาพที่ 8.1 -หน่วยคูที่ 1 ของเพศเมียเรียวเล็กที่ปลาย ของเพศผู้ฟองเป็นกระเปาะปลายสุด คล้ายขอเกี่ยว → เพศเมียและเพศผู้ผสมพันธุ์กัน → แล้วเพศเมียมีไข่ → เพศเมียปล่อยตัวอ่อนระยะห่อเพลีสสังเกตจุดตาสีแดง → เจริญต่อเป็นตัวอ่อนระยะโคฟีพอดิต → แล้วพัฒนาต่อเป็นตัวเต็มวัย (เวลาที่ใช้ในการพัฒนาครบวงจร 11-12 วัน)

3.1.2 *Tigriopus thailandensis* (ภาพที่ 8.2)



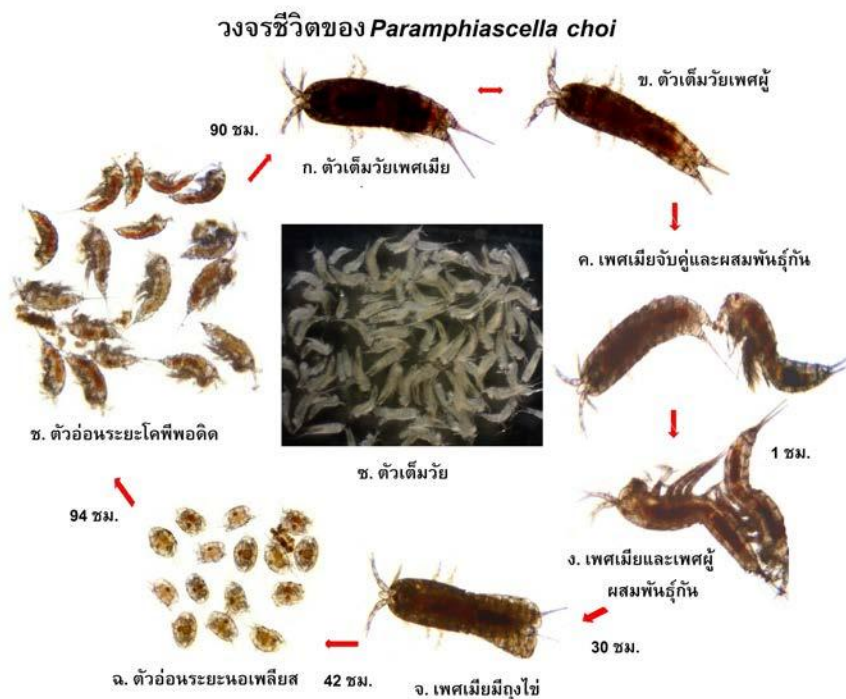
ภาพที่ 8.2 -หมวดหมู่ที่ 1 ของเพศเมียเรียวเล็กที่ปลาย ของเพศผู้พองเป็นกระเปาะปลายสุด คล้ายขอเกี่ยว → เพศเมียและเพศผู้ผสมพันธุ์กัน → แล้วเพศเมียมีถุงไข่ → เพศเมียปล่อย ตัวอ่อนระยะหอยเปลือยสังเกตจุดตาสีแดง → เจริญต่อเป็นตัวอ่อนระยะโคพีพอดิต → แล้ว พัฒนาต่อเป็นตัวเต็มวัย (เวลาที่ใช้ในการพัฒนาครบวงจร 10-11 วัน)

### 3.1.3 *Tigriopus japonicus* (ภาพที่ 8.3)



ภาพที่ 8.3 -หนวดคู่ที่ 1 ของเพศเมียเรียวเล็กที่ปลาย ของเพศผู้pongเป็นกระเปาะปลายสุด คล้ายขอเกี่ยว → เพศเมียและเพศผู้ผสมพันธุ์กัน → แล้วเพศเมียมีถุงไข่ → เพศเมียปล่อย ตัวอ่อนระยะหนอเพเลียสสังเกตจุดตาสีแดง → เจริญต่อเป็นตัวอ่อนระยะโคพีพอดิต → แล้ว พัฒนาต่อเป็นตัวเต็มวัย (เวลาที่ใช้ในการพัฒนาครบวงจร 8 วัน)

### 3.1.4 *Paramphiascella choi* (ภาพที่ 8.4)



ภาพที่ 8.4 -หนวดคู่ที่ 1 ของเพศเมียเรียวเล็กที่ปลาย ของเพศผู้พองออกแล้วเรียวปลายสุด  
 → เพศเมียและเพศผู้ผสมพันธุ์กัน → แล้วเพศเมียมีถุงไข่ → เพศเมียปล่อยตัวอ่อนระยะหน่อเพเลียสสังเกตจุดตาสีแดง → เจริญต่อเป็นตัวอ่อนระยะโคพีพอดิต → แล้วพัฒนาต่อเป็นตัวเต็มวัย (เวลาที่ใช้ในการพัฒนาครบวงจร 10-11 วัน)



### 3.1.5 *Nitocra karanovici* (ภาพที่ 8.5)



ภาพที่ 8.5 - หนวดคู่ที่ 1 ของเพศเมียเรียวเล็กที่ปลาย ของเพศผู้พองออกแล้วเรียวปลายสุด  
 → เพศเมียและเพศผู้ผสมพันธุ์กัน → แล้วเพศเมียมีถุงไข่ → เพศเมียปล่อยตัวอ่อนระยะหนอเพเลียสสังเกตจุดตาสีแดง → เจริญต่อเป็นตัวอ่อนระยะโคพีพอดิต → แล้วพัฒนาต่อเป็นตัวเต็มวัย (เวลาที่ใช้ในการพัฒนาครบวงจร 11-12 วัน)

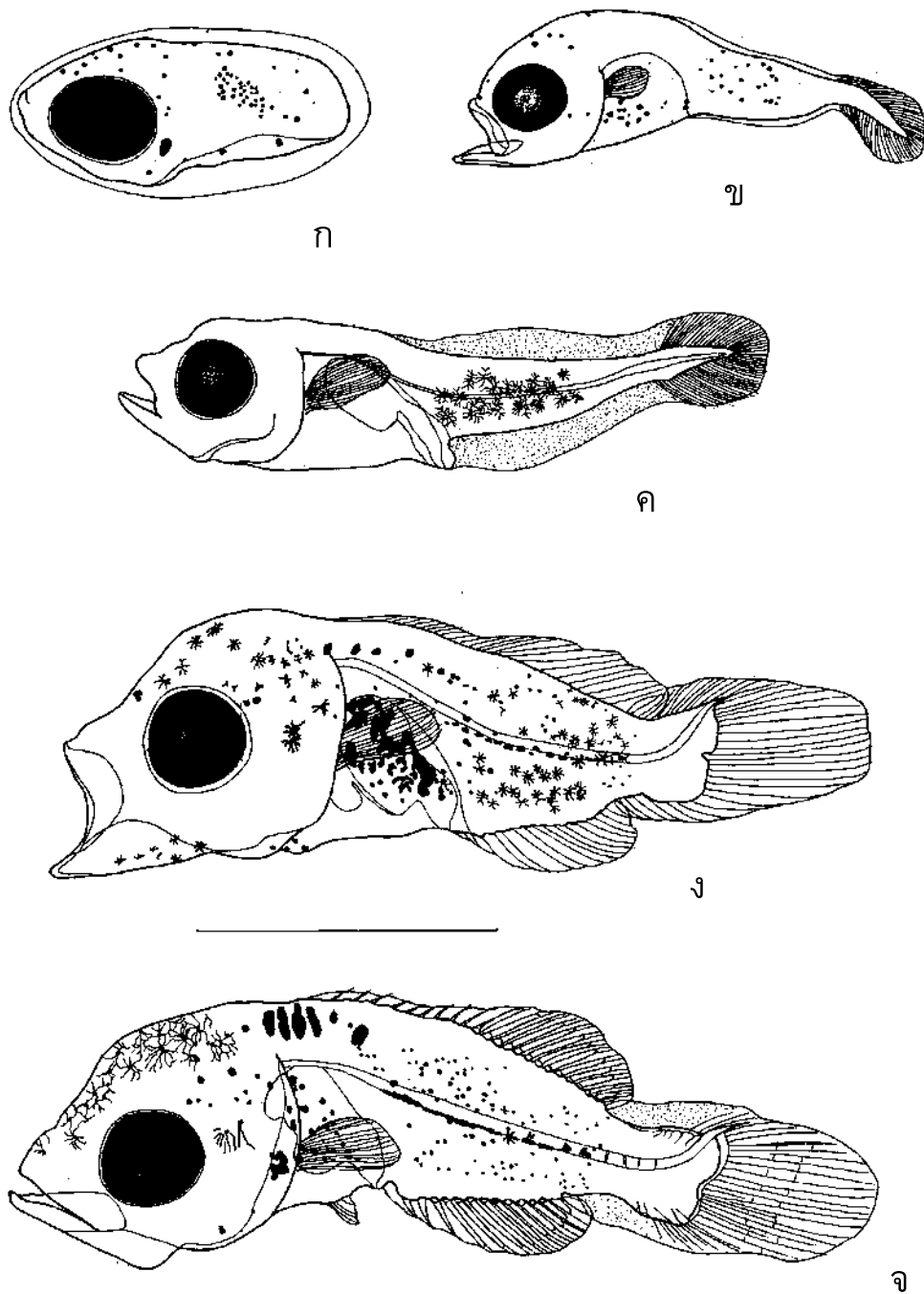
### 3.2 การพัฒนาของลูกปลาการ์ตูน 4 ชนิด

#### 3.2.1 ปลาการ์ตูนส้มขาว (ภาพที่ 9.1)

ไข่ปลาการ์ตูน ส้มขาวยึดติดกับแผ่นกระเบื้อง มีจุดตาเปลี่ยนเป็นสีเงินแล้ว แสดงว่าลูกปลาจะฟักออกจากไข่ในวันถัดไป ในวันแรกเมื่อลูกปลาทยอยฟักออกมาว่ายน้ำ เห็น เป็นสีขาวยใสและถุงไข่แดง (yolk) ยังคงติดอยู่กับตัวลูกปลา ในวันที่ 2 สีของลูกปลาเริ่มเปลี่ยนเป็นสีดำและถุงไข่แดงยุบแล้ว เข้าวันที่ 4 เริ่มมีแถบสีขาวเกิดขึ้น 1 แถบตรงส่วนหัวหลังตา ลำตัวเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง เข้าวันที่ 7 มีแถบสีขาวเกิดเพิ่มเป็นแถบที่ 2 บริเวณกลางลำตัว เข้าวันที่ 11 มีแถบสีขาวแถบที่ 3 ที่โคนหาง (อาจเห็นไม่ชัดเจน) ครีบกางสีดำ ลำตัว เปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้ม พร้อมกับเจริญเติบโตแข็งแรง



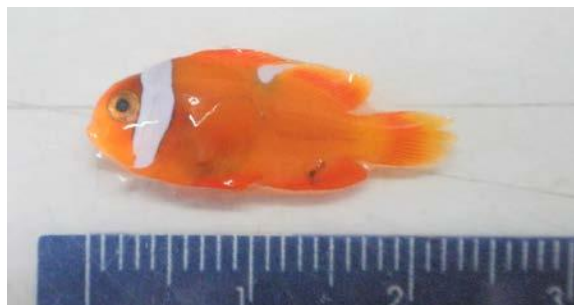
ภาพที่ 9.1 ลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุ 45 วัน



ภาพที่ 9.2 ภาพวาดลายเส้นแสดงการพัฒนาของลูกปลาการ์ตูนส้มขาว  
 เริ่มตั้งแต่ ก. ระยะไข่กำลังจะฟัก                      ข. ลูกปลาวัยอ่อนระยะ 1 วัน  
 ค. ลูกปลาวัยอ่อนระยะ 2 วัน                      ง. ลูกปลาวัยอ่อนระยะ 4 วัน  
 จ. ลูกปลาวัยอ่อนระยะ 5 วัน  
 (สเกล = 1660  $\mu\text{m}$ )

### 3.2.2 ปลาการ์ตูนมะเขือเทศ (ภาพที่ 9.3)

ไข่ปลาการ์ตูนมะเขือเทศยึดติดกับแผ่นกระเบื้อง มีจุดตาเปลี่ยนเป็นสีเงินแล้ว แสดงว่า ลูกปลาจะฟักออกจากไข่ในวันถัดไป ในวันแรกเมื่อลูกปลาทะยอยฟักออกมาว่ายน้ำ เห็น เป็นสี ขาวใสและถุงไข่แดง (yolk) ยังคงติดอยู่กับตัวลูกปลา ในวันที่ 4 สีของลูกปลาเริ่มเปลี่ยนเป็นสี ดำและถุงไข่แดงยุบแล้ว เข้าวันที่ 6 เริ่มมี แถบสีขาวเกิดขึ้น 1 แถบตรงส่วนหัว (หลังตา) ลำตัว เริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง เข้าวันที่ 9 มีแถบสีขาวเกิดเพิ่มเป็นแถบที่ 2 บริเวณกลางลำตัว และลำตัวเริ่มเปลี่ยนเป็นสีแดง เข้าวันที่ 14 เกิดแถบสีขาวแถบที่ 3 ที่โคนหาง ต่อมาแถบสีขาว ที่โคนหางหายไปเหลือเพียง 2 แถบ ลำตัวและครีบสีแดง ระยะเต็มวัยจะเหลือแถบสีขาวเพียง 1 แถบบริเวณหลังตา



ภาพที่ 9.3 ลูกปลาการ์ตูน มะเขือเทศอายุ 45 วัน

### 3.2.3 ปลาการ์ตูนลายปล้อง (ภาพที่ 9.4)

ไข่ ปลาการ์ตูนมะเขือเทศยึดติดกับแผ่นกระเบื้อง มีจุดตาเปลี่ยนเป็นสีเงินแล้ว แสดงว่า ลูกปลาจะฟักออกจากไข่ในวันถัดไป ในวันแรกเมื่อลูกปลาทะยอยฟักออกมาว่ายน้ำ เห็น เป็นสี ขาวใสและถุงไข่แดง (yolk) ยังคงติดอยู่กับตัวลูกปลา ในวันที่ 2 สีของลูกปลาเริ่มเปลี่ยนเป็นสี ดำและถุงไข่แดงยุบแล้ว เข้าวันที่ 5 เริ่มมี แถบสีขาวเกิดขึ้น 1 แถบตรงส่วนหัว เข้าวันที่ 8 มี แถบสีขาวเกิดเพิ่มเป็นแถบที่ 2 บริเวณกลางลำตัว เข้าวันที่ 11 เกิดแถบสีขาวแถบที่ 3 ที่โคน หาง ลำตัวเริ่มเปลี่ยน เป็นสีน้ำตาลเข้ม ครีบเริ่มเป็นสีเหลือง



ภาพที่ 9.4 ลูกปลาการ์ตูน ลายปล้องอายุ 45 วัน

### 3 .2.4 ปลาการ์ตูนอานม้า (ภาพที่ 9.5)

ไข่ ปลาการ์ตูนมะเขือเทศยึดติดกับแผ่นกระเบื้อง มีจุดตาเปลี่ยนเป็นสีเงินแล้ว แสดงว่า ลูกปลาจะฟักออกจากไข่ในวันถัดไป ในวันแรกเมื่อลูกปลาทยอยฟักออกมาว่ายน้ำมี สีขาวใส และถุงไข่แดง (yolk) ยังคงติดอยู่กับตัวลูกปลา ในวันที่ 4 สีของลูกปลาเริ่มเปลี่ยนเป็นสีดำและ ถุงไข่แดงยุบแล้ว เข้าวันที่ 8 มี แถบสีขาวเกิดขึ้น 1 แถบตรงส่วนหัว (หลังตา) เข้า วันที่ 15 มี แถบสีขาว เกิดเพิ่มเป็น แถบที่ 2 บริเวณกลางลำตัว และชัดเจนขึ้นในเวลาต่อมา และ เป็นแถบ โค้งพาดเฉียงไปที่ครีบหลัง



ภาพที่ 9.5 ลูกปลาการ์ตูน  
อานม้าอายุ 45 วัน

### 3.3 เปรียบเทียบอัตราการรอดและการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูน 4 ชนิด

#### 3.3.1 ปลาการ์ตูนส้มขาว (Amphiprion ocellaris larvae) จำนวน 2 ครอป

ผลจากการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนส้มขาวด้วยฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด 5 ชนิดทั้งแบบแยกและรวมกัน ได้แก่ *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* และ *Nitocra karanovici* กับ *Brachionus* + *Artemia nauplii* ใน

ครอป 1 แสดงผลการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวที่คงมีชีวิตรอดอยู่จนครบอายุ 45 วัน เมื่ออนุบาลด้วย:-

1. *Tigriopus sirindhornae* แสดงเป็นรูปที่ 1, 8 และตารางที่ 1 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.26 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.24 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.40 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.28 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.10 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.20 กรัม

2. *Tigriopus thailandensis* แสดงเป็นรูปที่ 2, 8 และตารางที่ 1 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.28 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.28 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.40 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.33 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.20 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.21 กรัม

3. *Tigriopus japonicus* แสดงเป็นรูปที่ 3, 8 และตารางที่ 1 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.26 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.25 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.40 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.32 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.0 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.17 กรัม

4. *Paramphiascella choi* แสดงเป็นรูปที่ 4, 8 และตารางที่ 1 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 1.90 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.16 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.10 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.23 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.80 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.12 กรัม

5. *Nitocra karanovici* แสดงเป็นรูปที่ 5, 8 และตารางที่ 1 คงเหลือลูกปลา 4 ตัว ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 1.93 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.15 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.0 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.20 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.80 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.15 กรัม

6. *Tigriopus sirindhornae+T.thailandensis+ T.japonicus+ Paramphiascella choi+Nitocra karanovici* แสดงเป็นรูปที่ 6, 8 และตารางที่ 1 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 1.88 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.15 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.0 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.22 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.60 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.08 กรัม

7. *Brachionus+Artemia nauplii* แสดงเป็นรูปที่ 7, 8 และตารางที่ 1 คงเหลือลูกปลา 4 ตัว ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 1.93 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.15 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.0 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.21 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.60 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.07 กรัม

กรอบ II แสดงผลการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนผสมขาวทุกตัวที่คงมีชีวิตรอดอยู่จนครบอายุ 45 วัน เมื่ออนุบาลด้วย:-

1. *Tigriopus sirindhornae* แสดงเป็นรูปที่ 9, 16 และตารางที่ 2 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.54 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.32 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.70 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.37 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.40 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.26 กรัม

2. *Tigriopus thailandensis* แสดงเป็นรูปที่ 10, 16 และตารางที่ 2 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.71 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.40 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.80 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.45 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.60 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.33 กรัม

3. *Tigriopus japonicus* แสดงเป็นรูปที่ 11, 16 และตารางที่ 2 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.56 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.33 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.70 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.43 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.5 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.31 กรัม

4. *Paramphiascella choi* แสดงเป็นรูปที่ 12, 16 และตารางที่ 2 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.63 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.33 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.90 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.41 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.30 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.26 กรัม

5. *Nitocra karanovici* แสดงเป็นรูปที่ 13, 16 และตารางที่ 2 คงเหลือลูกปลา 5 ตัว ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.49 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.29 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.80 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.37 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.20 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.19 กรัม

6. *Tigriopus sirindhornae+T.thailandensis+ T.japonicus+ Paramphiascella choi+Nitocra karanovici* แสดงเป็นรูปที่ 14, 16 และตารางที่ 2 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.47 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.31 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.80 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.50 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.10 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.18 กรัม

7. *Brachionus+Artemia nauplii* แสดงเป็นรูปที่ 15, 16 และตารางที่ 2 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.44 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.28 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.80 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.39 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.90 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.14 กรัม

### 3.3.2 ปลาการ์ตูนมะเขือเทศ (*Amphiprion frenatus* larvae) จำนวน 3 ครอบ

ผลจากการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศด้วยฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด 5 ชนิด ทั้งแบบแยกและรวมกัน ได้แก่ *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* และ *Nitocra karanovici* กับ *Brachionus + Artemia nauplii* ใน

ครอบ I แสดงผลการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศที่คงมีชีวิตรอดอยู่จนครบอายุ 45 วัน เมื่ออนุบาลด้วย:-

1. *Tigriopus sirindhornae* แสดงเป็นรูปที่ 17, 19 และตารางที่ 3 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.18 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.21 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.40 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.28 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.80 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.13 กรัม

2. *Tigriopus thailandensis* แสดงเป็นรูปที่ 18, 19 และตารางที่ 3 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.12 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.22 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.70 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.41 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.60 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.09 กรัม

กรอบ II แสดงผลการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศที่คงมีชีวิตรอดอยู่จนครบอายุ 45 วัน เมื่ออนุบาลด้วย:-

1. *Tigriopus sirindhornae* แสดงเป็นรูปที่ 20, 25 และตารางที่ 4 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.28 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.25 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.70 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.42 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.70 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.13 กรัม

2. *Tigriopus thailandensis* แสดงเป็นรูปที่ 21, 25 และตารางที่ 4 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 1.88 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.18 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.30 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.42 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.70 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.11 กรัม

3. *Tigriopus japonicus* แสดงเป็นรูปที่ 22, 25 และตารางที่ 4 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 1.78 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.10 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.0 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.13 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.60 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.07 กรัม

4. *Tigriopus sirindhornae*+*T.thailandensis*+ *T.japonicus*+ *Paramphiascella choi*+*Nitocra karanovici* แสดงเป็นรูปที่ 23, 25 และตารางที่ 4 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 1.88 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.13 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.40 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.22 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.30 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.07 กรัม

5. *Brachionus*+*Artemia nauplii* แสดงเป็นรูปที่ 24, 25 และตารางที่ 4 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 1.68 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.09 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.0 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.17 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.40 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.03 กรัม

กรอบ III แสดงผลการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศที่คงมีชีวิตรอดอยู่จนครบอายุ 45 วัน เมื่ออนุบาลด้วย:-

1. *Tigriopus sirindhornae* แสดงเป็นรูปที่ 26, 30 และตารางที่ 5 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.12 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.20 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.30 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.23 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.90 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.16 กรัม

2. *Tigriopus japonicus* แสดงเป็นรูปที่ 27, 30 และตารางที่ 5 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.12 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.20 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.30 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.26 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.80 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.15 กรัม

4. *Paramphiascella choi* แสดงเป็นรูปที่ 28, 30 และตารางที่ 5 คงเหลือลูกปลา 4 ตัว ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.08 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.21 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.40 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.26 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.600 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.13 กรัม

5. *Nitocra karanovici* แสดงเป็นรูปที่ 29, 30 และตารางที่ 5 คงเหลือลูกปลา 4 ตัว ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.16 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.23 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.30 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.27 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.85 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.17 กรัม

### 3.3.3 ปลาการ์ตูนลายปล้อง (*Amphiprion clarkii's larvae*) จำนวน 2 กรอบ

ผลจากการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศด้วยฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด 5 ชนิด ทั้งแบบแยกและรวมกัน ได้แก่ *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* และ *Nitocra karanovici* กับ *Brachionus* + *Artemia nauplii* ใน

กรอบ I แสดงผลการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องที่คงมีชีวิตรอดอยู่จนครบอายุ 45 วัน เมื่ออนุบาลด้วย:-

1. *Tigriopus sirindhornae* แสดงเป็นรูปที่ 31, 35 และตารางที่ 6 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.60 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.42 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 3.10 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.54 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.0 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.31 กรัม

2. *Tigriopus thailandensis* แสดงเป็นรูปที่ 32, 35 และตารางที่ 6 คงเหลือลูกปลาเพียง 2 ตัว ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.50 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.32 กรัม โดย



ลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.60 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.36 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.40 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.28 กรัม

3. *Tigriopus japonicus* แสดงเป็นรูปที่ 33, 35 และตารางที่ 6 คงเหลือลูกปลา 5 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.72 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.47 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 3.20 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.62 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.90 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.16 กรัม

4. *Brachionus+Artemia nauplii* แสดงเป็นรูปที่ 34, 35 และตารางที่ 6 คงเหลือลูกปลา 4 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.23 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.24 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 2.5 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.31 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.90 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.14 กรัม

กรอบ II แสดงผลการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนหลายปล้องที่คงมีชีวิตรอดอยู่จนครบอายุ 45 วัน เมื่ออนุบาลด้วย:-

1. *Tigriopus sirindhornae* แสดงเป็นรูปที่ 36, 43 และตารางที่ 7 คงเหลือลูกปลา 30 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.96 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.46 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 3.80 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.92 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.0 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.14 กรัม

2. *Tigriopus thailandensis* แสดงเป็นรูปที่ 37, 43 และตารางที่ 7 คงเหลือลูกปลา 30 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.69 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.39 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 3.50 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.65 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.80 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.12 กรัม

3. *Tigriopus japonicus* แสดงเป็นรูปที่ 38, 43 และตารางที่ 7 คงเหลือลูกปลา 30 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.80 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.39 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 3.40 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.55 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.80 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.10 กรัม

4. *Paramphiascella choi* แสดงเป็นรูปที่ 39, 43 และตารางที่ 7 คงเหลือลูกปลา 30 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.42 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.28 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 3.60 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.71 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.50 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.05 กรัม

5. *Nitocra karanovici* แสดงเป็นรูปที่ 40, 43 และตารางที่ 7 คงเหลือลูกปลา 30 ตัว ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.47 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.30 กรัม โดยลูกปลาตัว

ที่ยาวมากที่สุด 3.40 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.64 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.90 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.11 กรัม

6. *Tigriopus sirindhornae*+*T.thailandensis*+ *T.japonicus*+ *Paramphiascella choi*+*Nitocra karanovici* แสดงเป็นรูปที่ 41, 43 และตารางที่ 7 คงเหลือลูกปลา 30 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 3.47 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.73 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 4.0 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 1.10 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.20 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.17 กรัม

7. *Brachionus*+*Artemia nauplii* แสดงเป็นรูปที่ 42, 43 และตารางที่ 7 คงเหลือลูกปลา 30 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.36 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.26 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 3.20 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.58 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.90 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.12 กรัม

### 3.3.4 ปลาการ์ตูนอานม้า (*Amphiprion polymnus* larvae) จำนวน 1 ครอป

ผลจากการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนอานม้าด้วยฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด 5 ชนิดแบบแยกและรวมกัน ได้แก่ *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* และ *Nitocra karanovici* กับ *Brachionus* + *Artemia nauplii* ใน แสดงผลการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนหลายปล้องที่คงมีชีวิตรอดอยู่จนครบอายุ 45 วัน เมื่ออนุบาลด้วย:-

1. *Tigriopus sirindhornae* แสดงเป็นรูปที่ 44, 51 และตารางที่ 8 คงเหลือลูกปลา 16 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.86 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.46 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 3.70 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.79 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.10 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.16 กรัม

2. *Tigriopus thailandensis* แสดงเป็นรูปที่ 45, 51 และตารางที่ 8 คงเหลือลูกปลา 16 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.77 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.40 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 3.30 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.63 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.20 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.21 กรัม

3. *Tigriopus japonicus* แสดงเป็นรูปที่ 46, 51 และตารางที่ 8 คงเหลือลูกปลา 16 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.59 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.36 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 3.20 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.55 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.90 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.14 กรัม

4. *Paramphiascella choi* แสดงเป็นรูปที่ 47, 51 และตารางที่ 8 คงเหลือลูกปลา 16 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.42 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.32 กรัม

โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 3.0 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.46 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.60 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.11 กรัม

5. *Nitocra karanovici* แสดงเป็นรูปที่ 48, 51 และตารางที่ 8 คงเหลือลูกปลา 16 ตัว ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.73 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.42 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 3.40 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.73 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.10 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.24 กรัม

6. *Tigriopus sirindhornae+T.thailandensis+ T.japonicus+ Paramphiascella choi+Nitocra karanovici* แสดงเป็นรูปที่ 49, 51 และตารางที่ 8 คงเหลือลูกปลา 16 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.78 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.45 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 3.20 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.60 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 2.0 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.19 กรัม

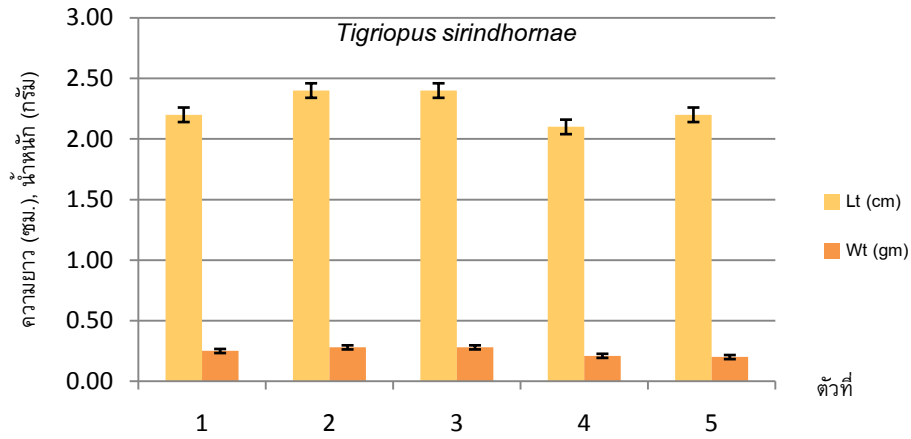
7. *Brachionus+Artemia nauplii* แสดงเป็นรูปที่ 50, 51 และตารางที่ 8 คงเหลือลูกปลา 16 ตัวเท่าเดิม ได้ค่าเฉลี่ยต่อตัวเป็นความยาว 2.48 เซนติเมตรและน้ำหนัก 0.33 กรัม โดยลูกปลาตัวที่ยาวมากที่สุด 3.10 เซนติเมตรและมีน้ำหนักมากที่สุดด้วย 0.53 กรัม ลูกปลาตัวที่ยาวน้อยที่สุด 1.80 เซนติเมตรและมีน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย 0.10 กรัม

### 3.4 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

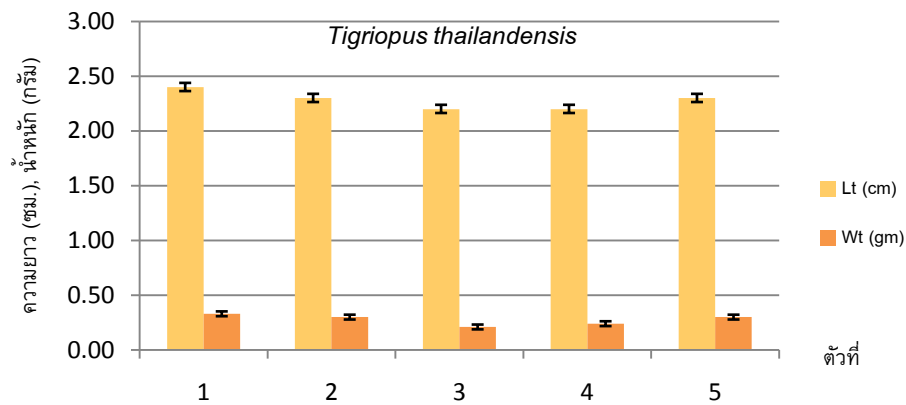
ได้ ใช้โปรแกรมพาสท์ (Past Programme) ของ Hammer et al. (2001) ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยเลือก One-way ANOVA หาค่าแตกต่างระหว่างอาหารมีชีวิตที่ใช้เป็นอาหารอนุบาลลูกปลาการ์ตูน 4 ชนิด คือ

1. ลูกปลาการ์ตูนส้มขาว
2. ลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศ
3. ลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง
4. ลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศ

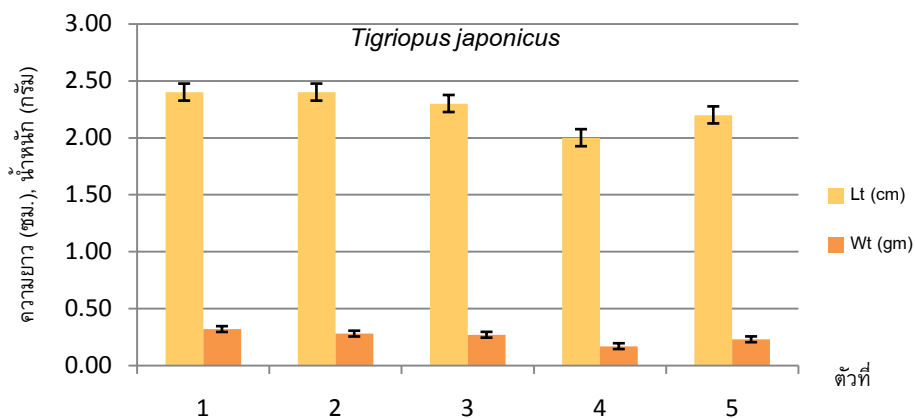
ผลการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 9-12 โดยพบว่า อาหารมีชีวิตทุกชนิดที่ใช้อนุบาลลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อนแต่ละชนิด มีผลแตกต่างกันกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



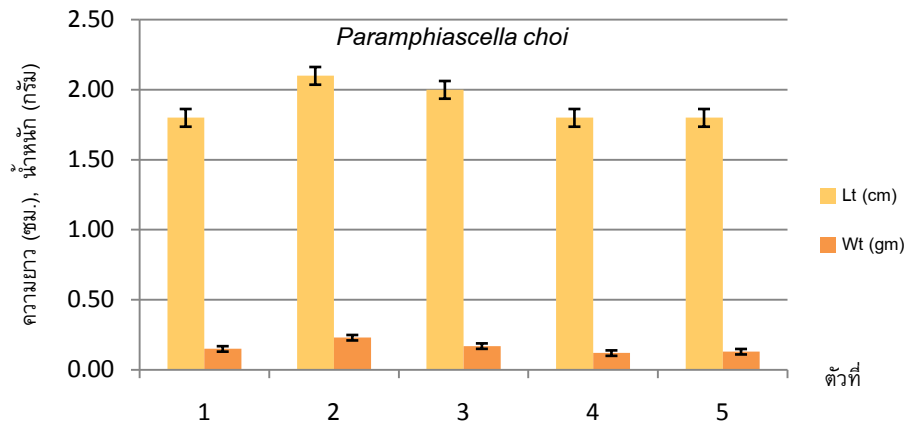
รูปที่ 1. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae* ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (ครอป I)



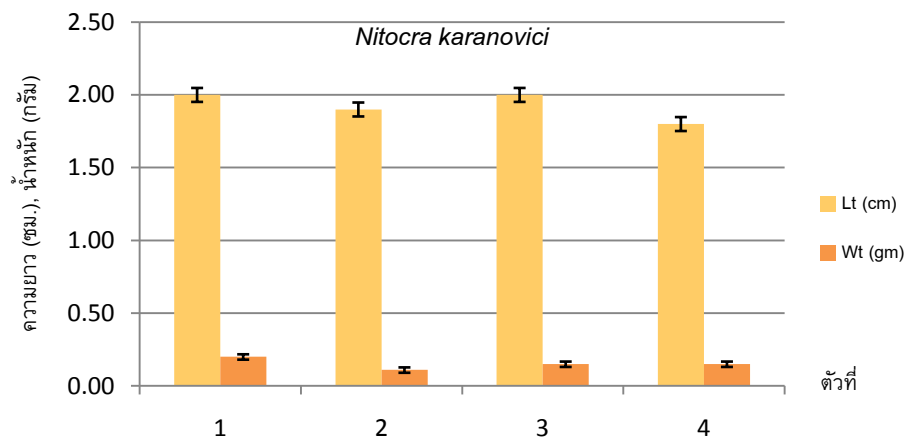
รูปที่ 2. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus thailandensis* ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (ครอป I)



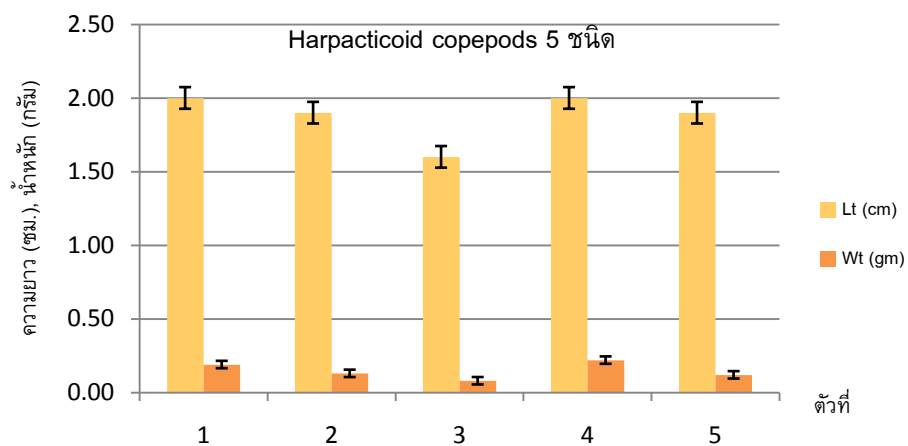
รูปที่ 3. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus japonicus* ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (ครอป I)



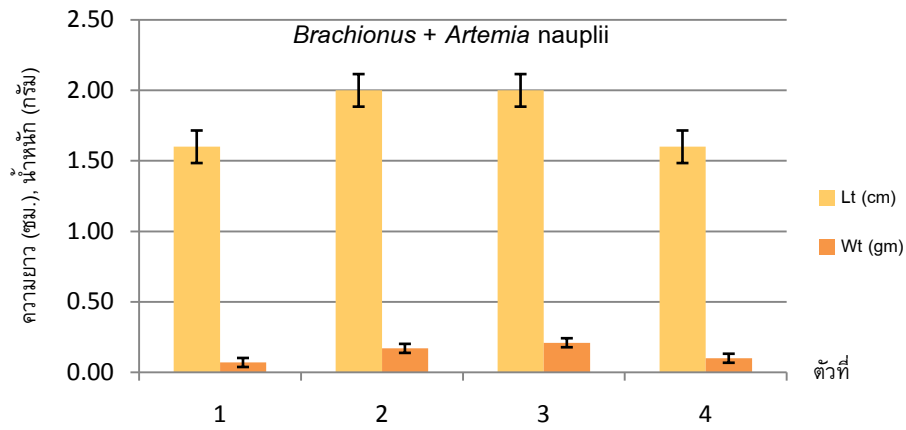
รูปที่ 4. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Paramphiascella choi* ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (ครอป I)



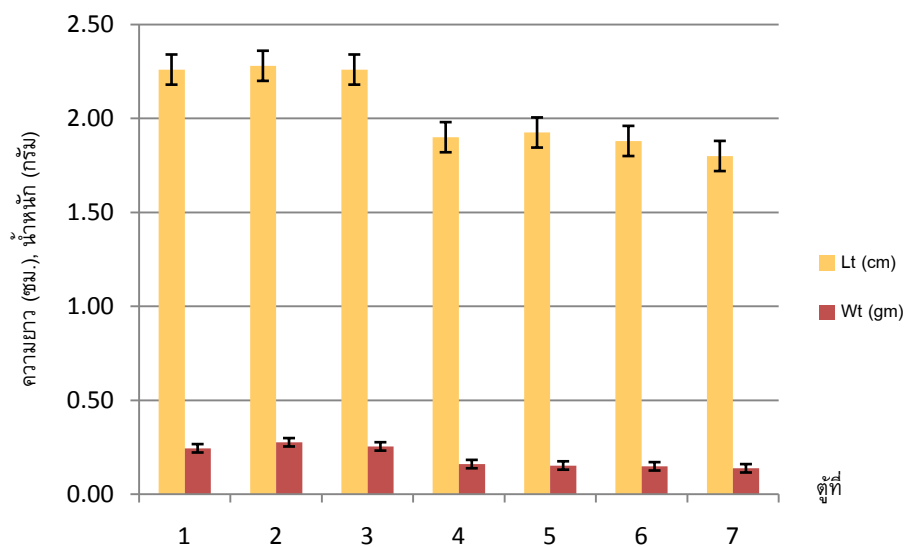
รูปที่ 5. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Nitocra karanovici* ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (ครอป I)



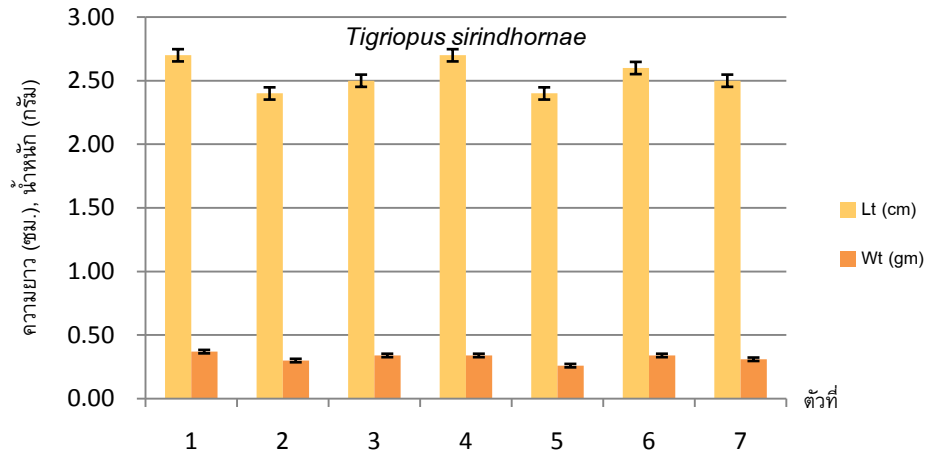
รูปที่ 6. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย Harpacticoid copepods 5 ชนิด ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (ครอป I)



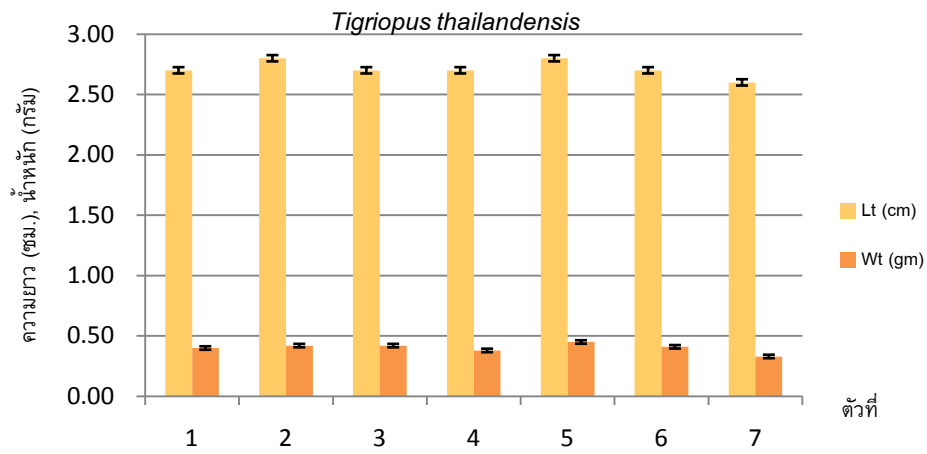
รูปที่ 7. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Brachionus* และ *Artemia nauplii* ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (รอบป I)



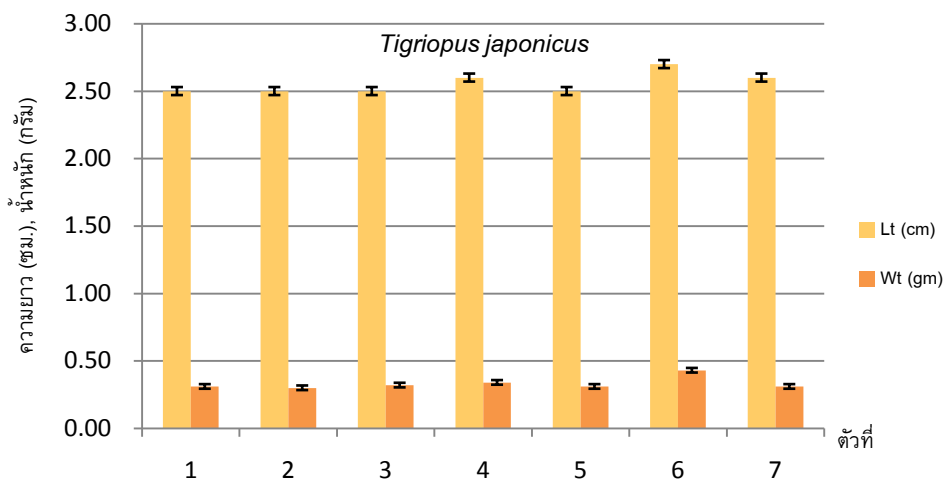
รูปที่ 8. ความยาวและน้ำหนักรวมเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน ในตัวที่ 1-7 เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi*, *Nitocra karanovici*, Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ *Brachionus + Artemia nauplii* ตามลำดับ ระหว่าง 17 กรกฎาคมถึง 31 สิงหาคม 2554 (รอบป I)



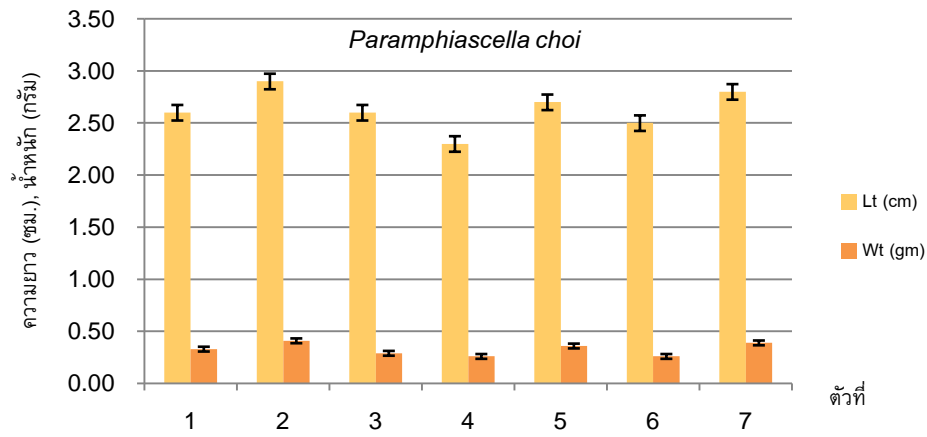
รูปที่ 9. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)



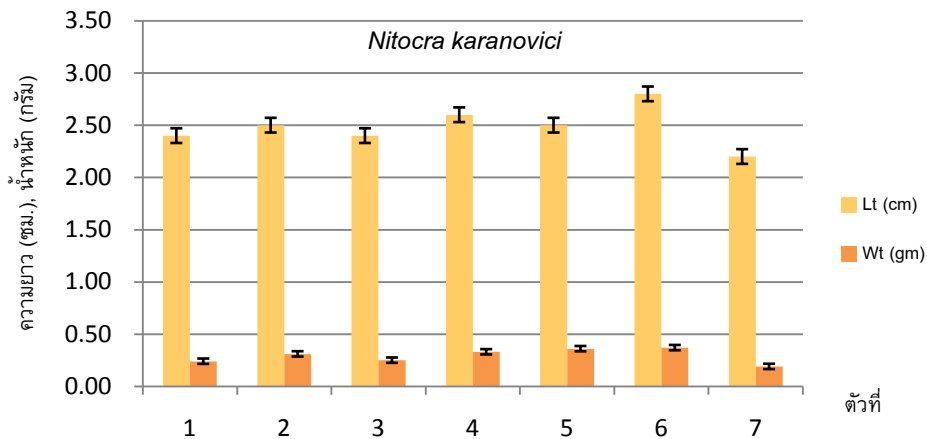
รูปที่ 10. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus thailandensis* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)



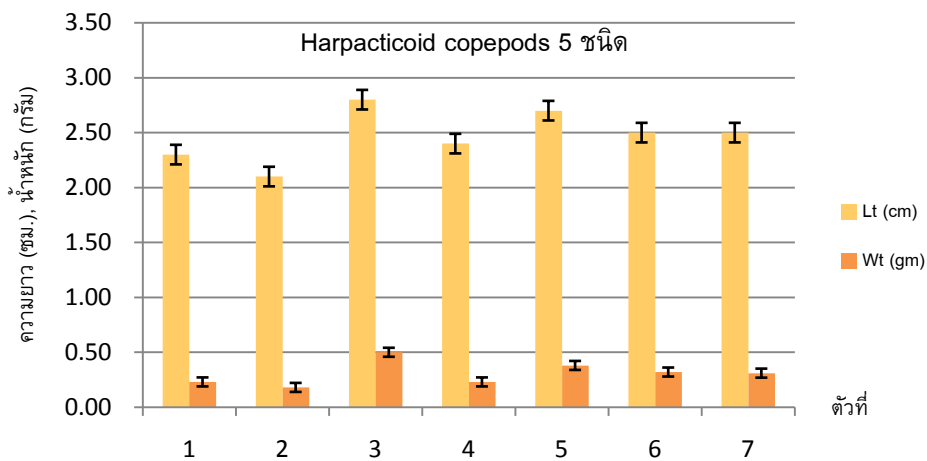
รูปที่ 11. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวหลังอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus japonicus* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)



รูปที่ 12. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Paramphiascella choi* ระหว่างวันที่ 10 พฤษภาคม ถึงวันที่ 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)

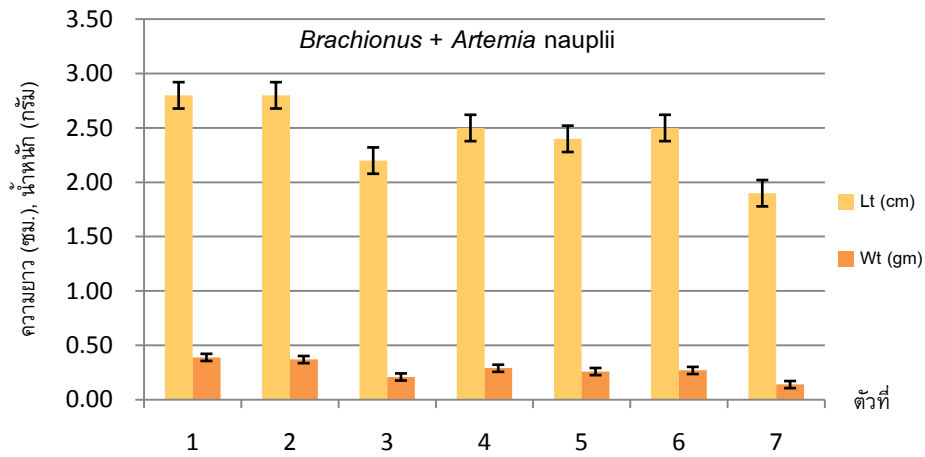


รูปที่ 13. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Nitocra karanovici* ระหว่างวันที่ 10 พฤษภาคม ถึงวันที่ 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)

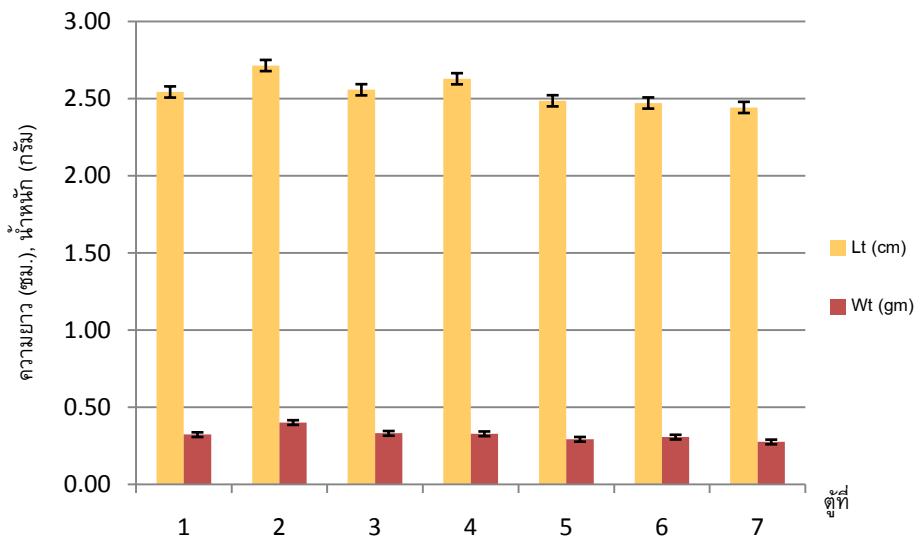


รูปที่ 14. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย Harpacticoid copepods 5 ชนิด ระหว่างวันที่ 10 พฤษภาคม ถึงวันที่ 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)

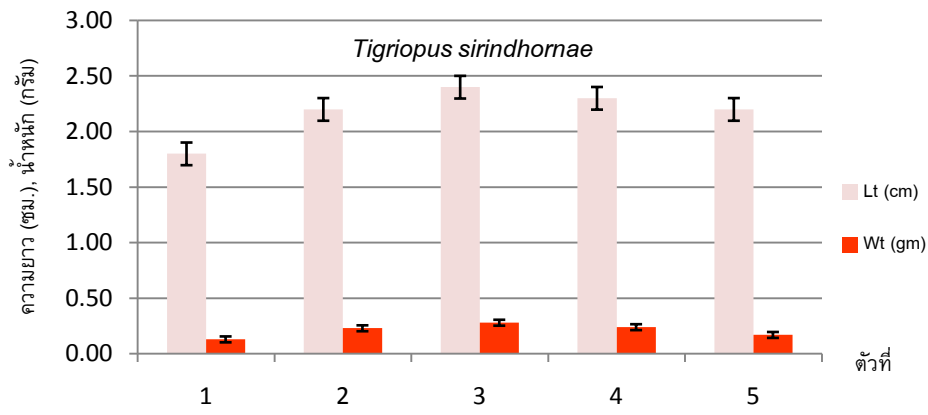




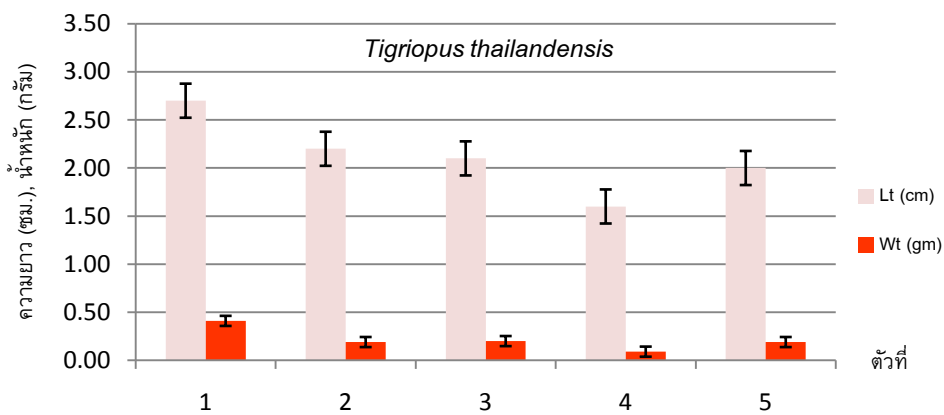
รูปที่ 15. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Brachionus* และ *Artemia nauplii* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)



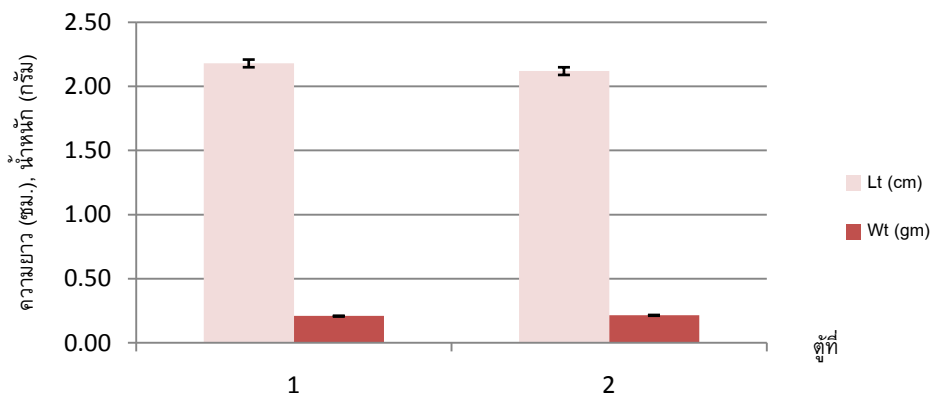
รูปที่ 16. ความยาวและน้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน ในอ่างที่ 1-7 เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhomae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi*, *Nitocra karanovici*, Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ *Brachionus + Artemia nauplii* ตามลำดับ ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)



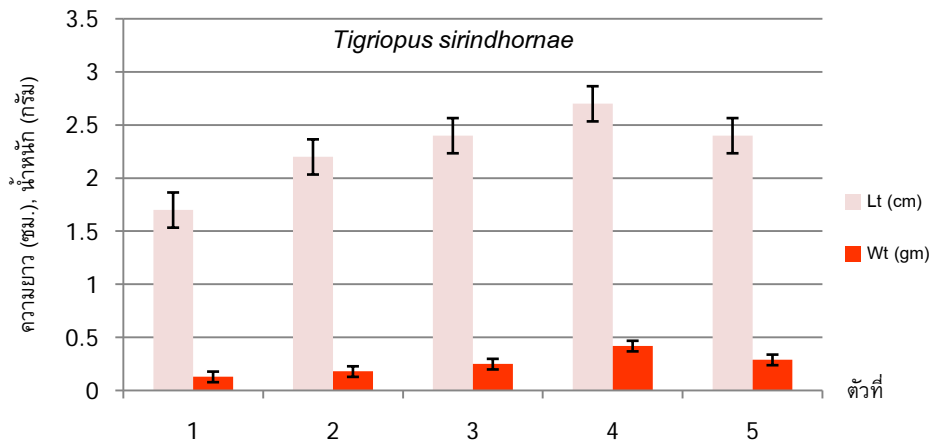
รูปที่ 17. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae* ระหว่าง 26 พฤศจิกายน 2554 ถึง 10 มกราคม 2555 (ครอป I)



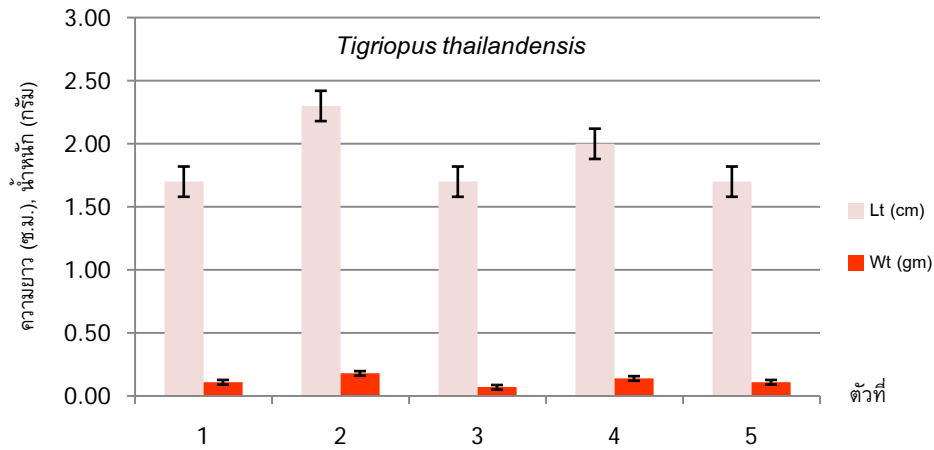
รูปที่ 18. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus thailandensis* ระหว่าง 26 พฤศจิกายน 2554 ถึง 10 มกราคม 2555 (ครอป I)



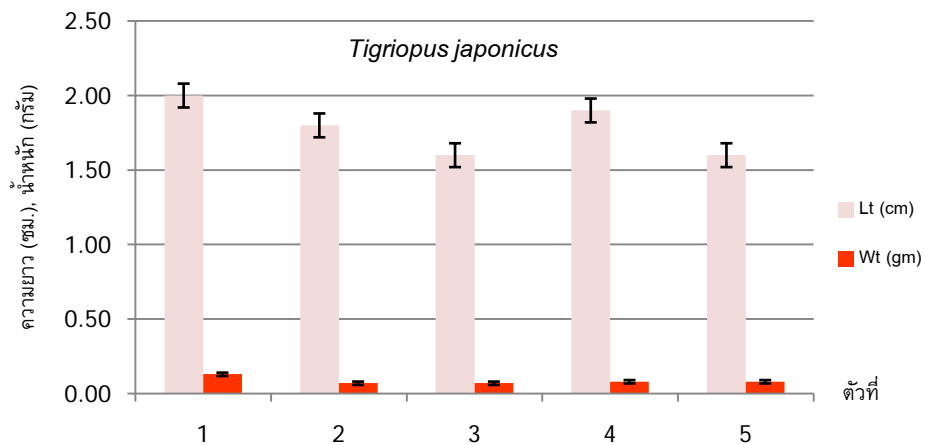
รูปที่ 19. ความยาวและน้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน ตัวที่ 1 เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae*, ตัวที่ 2 เลี้ยงด้วย *T. thailandensis* ระหว่าง 26 พฤศจิกายน 2554 ถึง 10 มกราคม 2555 (ครอป I)



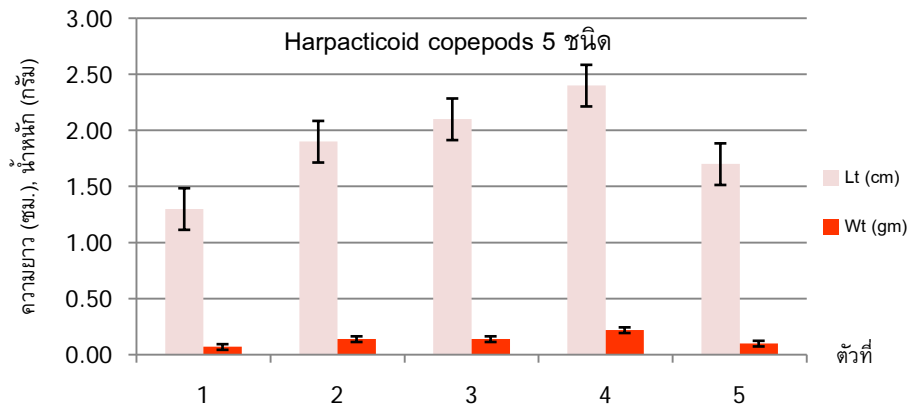
รูปที่ 20. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae* ระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2555 (ครอป II)



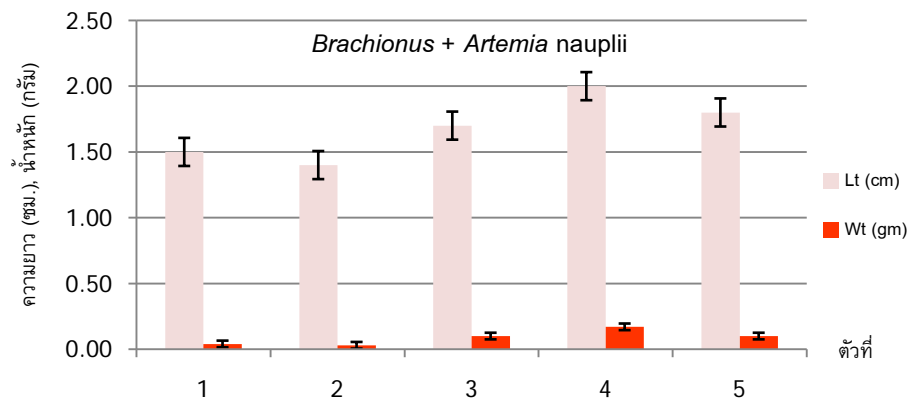
รูปที่ 21. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus thailandensis* ระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2555 (ครอป II)



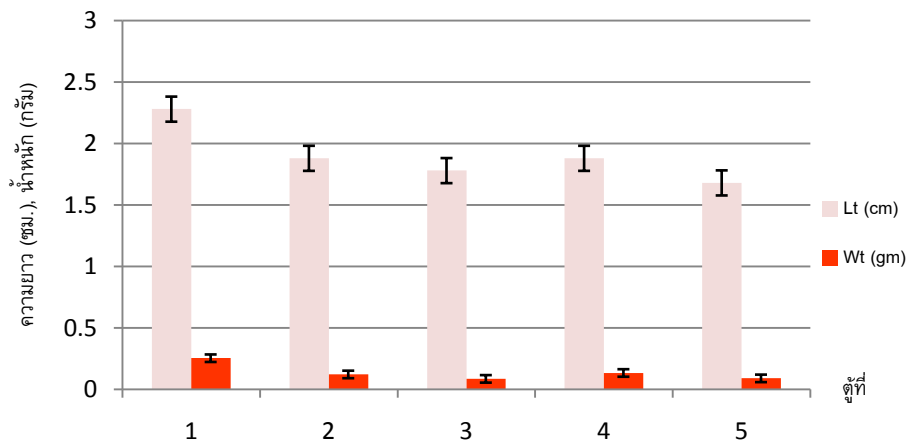
รูปที่ 22. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus japonicus* ระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2555 (ครอป II)



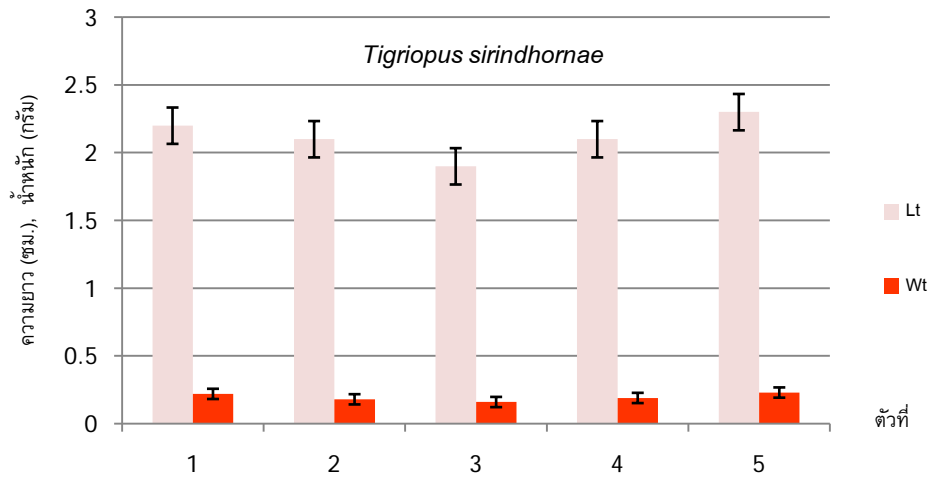
รูปที่ 23. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย Harpacticoid copepods 5 ชนิด ระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2555 (ครอป II)



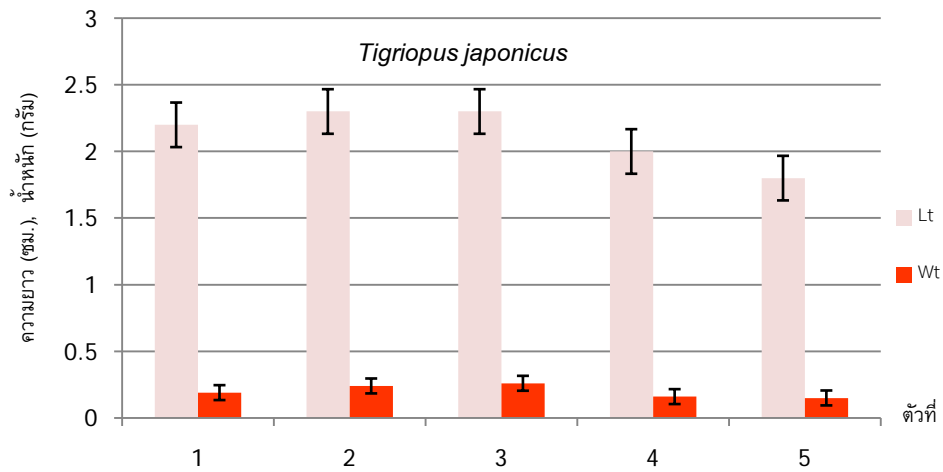
รูปที่ 24. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Brachionus* และ *Artemia nauplii* ระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2555 (ครอป II)



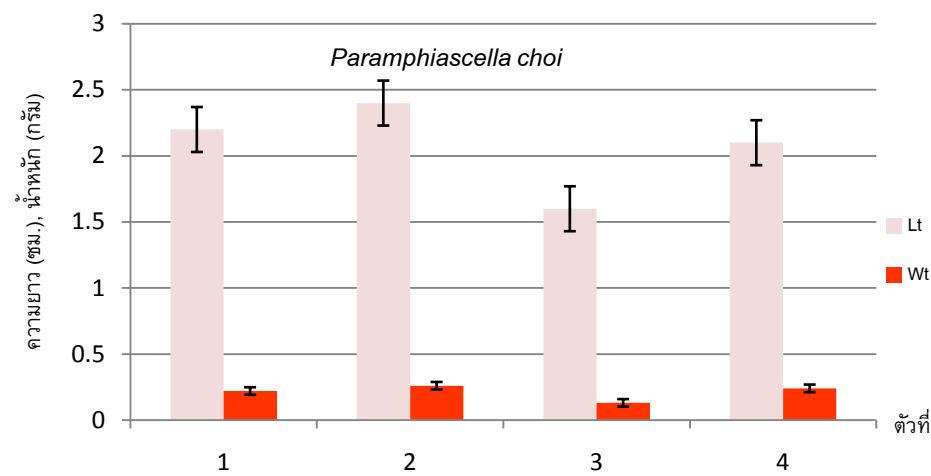
รูปที่ 25. ความยาวและน้ำหนักรวมเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน ในตู้ที่ 1-5 เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicas*, Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ *Brachionus + Artemia nauplii* ตามลำดับ ระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2555 (ครอป II)



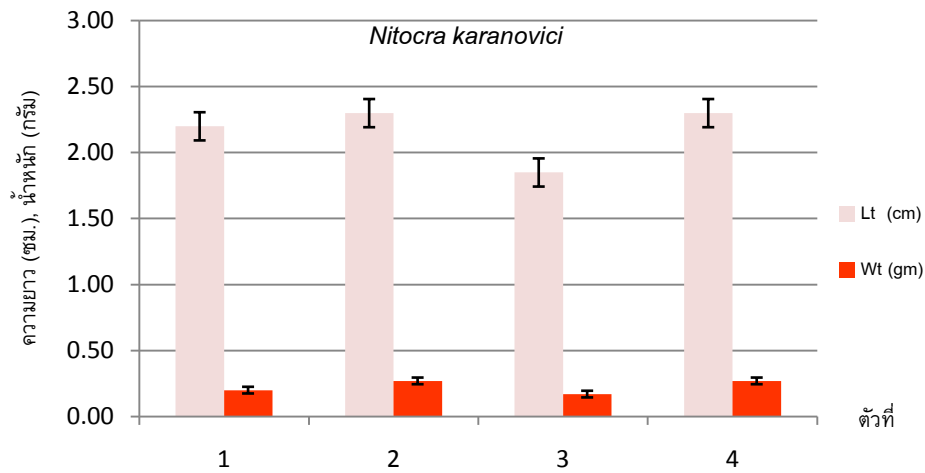
รูปที่ 26. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae* ระหว่าง 31 กรกฎาคม ถึง 13 กันยายน 2555 (ครอป III)



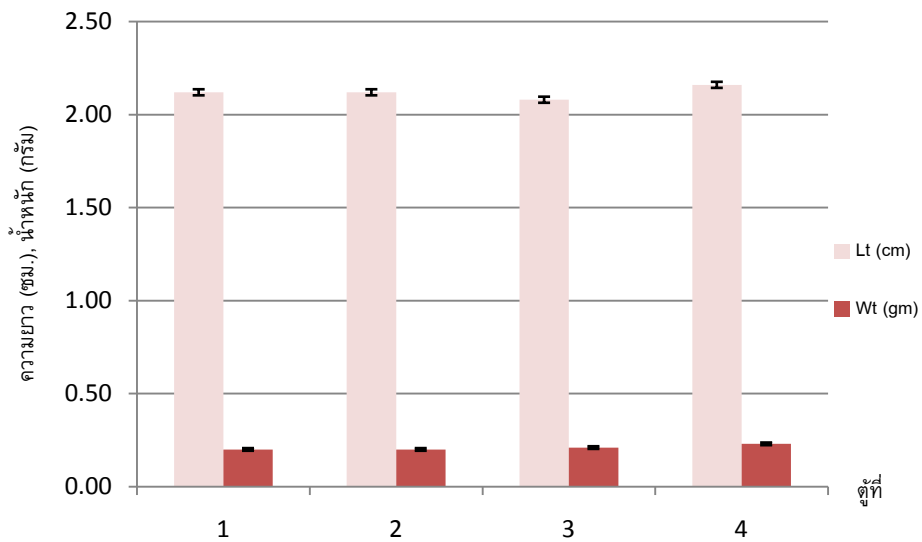
รูปที่ 27. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus japonicus* ระหว่าง 31 กรกฎาคม ถึง 13 กันยายน 2555 (ครอป III)



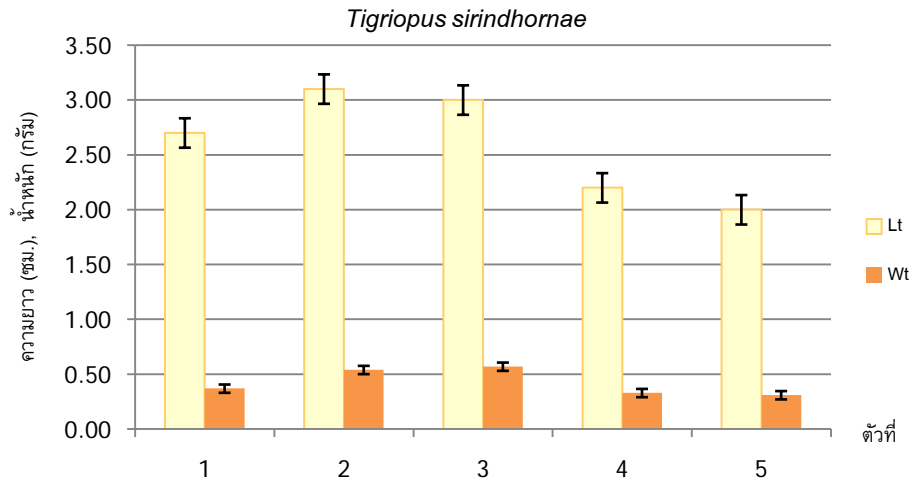
รูปที่ 28. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Paramphiascella choi* ระหว่าง 31 กรกฎาคม ถึง 13 กันยายน 2555 (ครอป III)



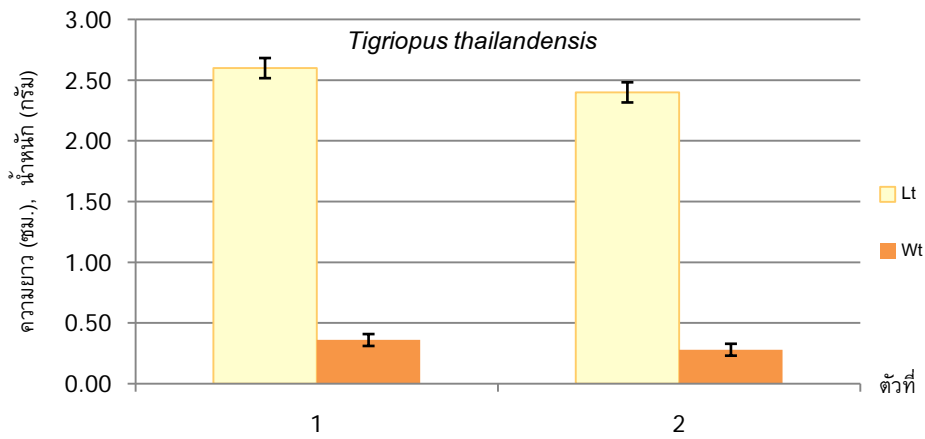
รูปที่ 29. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Nitocra karanovici* ระหว่าง 31 กรกฎาคม ถึง 13 กันยายน 2555 (ครอป III)



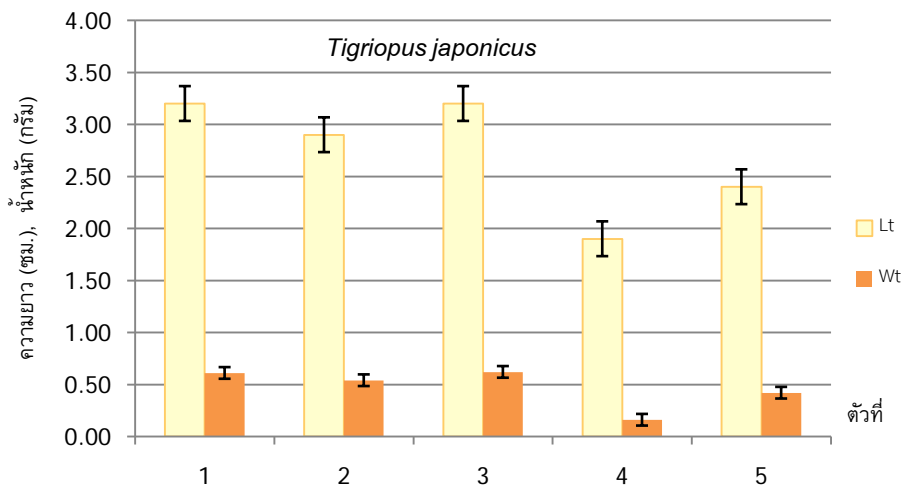
รูปที่ 30. ความยาวและน้ำหนักรวมเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน ตัวที่ 1-4 เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhormae*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* และ *Nitocra karanovici* ตามลำดับ ระหว่าง 31 กรกฎาคม ถึง 13 กันยายน 2555 (ครอป III)



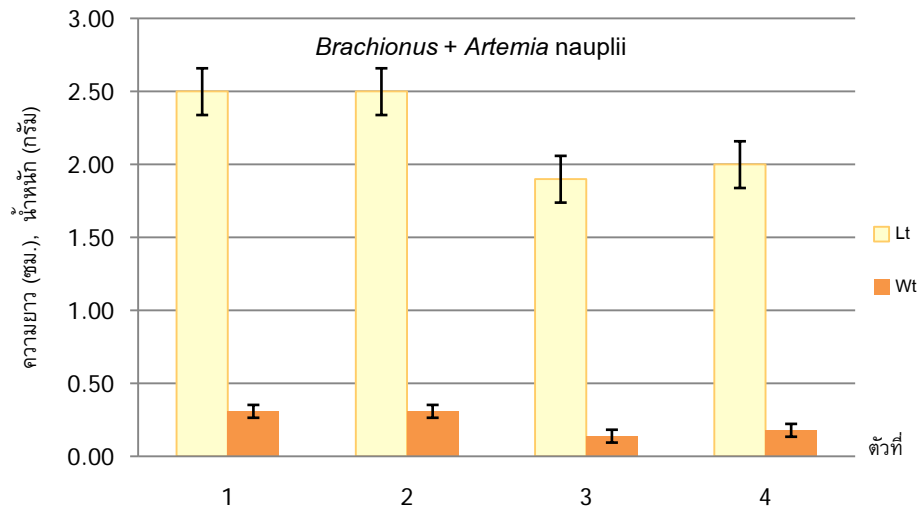
รูปที่ 31. ความยาวและน้ำหนักรูปร่างของลูกปลาการ์ตูนสายพันธุ์ *Tigriopus sirindhornae* ระหว่าง 30 กรกฎาคม ถึง 12 กันยายน 2555 (ครอป 1)



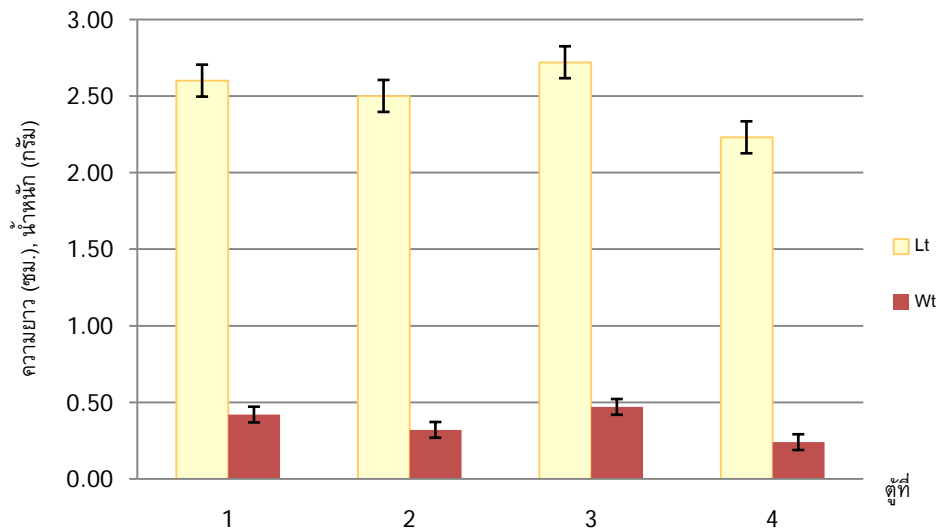
รูปที่ 32. ความยาวและน้ำหนักรูปร่างของลูกปลาการ์ตูนสายพันธุ์ *Tigriopus thailandensis* ระหว่าง 30 กรกฎาคม ถึง 12 กันยายน 2555 (ครอป 1)



รูปที่ 33. ความยาวและน้ำหนักรูปร่างของลูกปลาการ์ตูนสายพันธุ์ *Tigriopus japonicus* ระหว่าง 30 กรกฎาคม ถึง 12 กันยายน 2555 (ครอป 1)

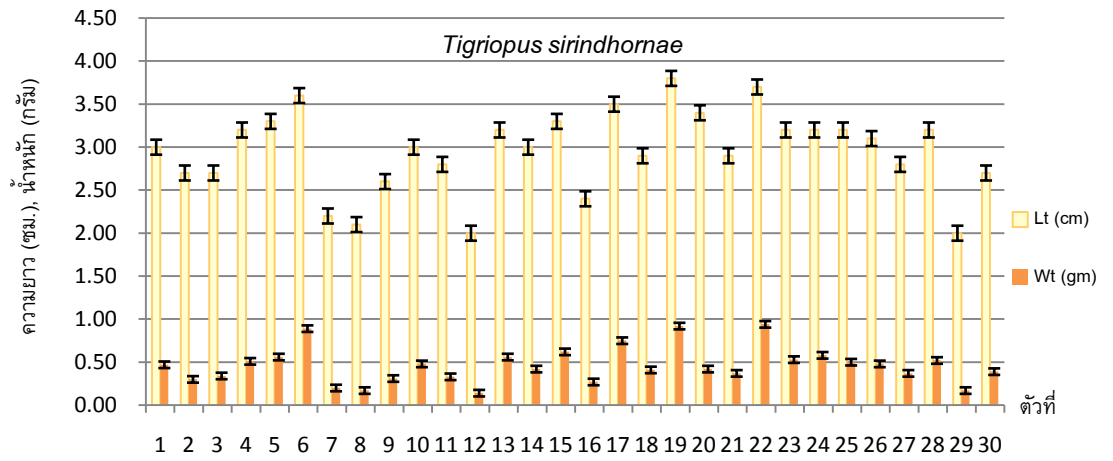


รูปที่ 34. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Brachionus* และ *Artemia nauplii* ระหว่าง 30 กรกฎาคม ถึง 12 กันยายน 2555 (ครอป I)

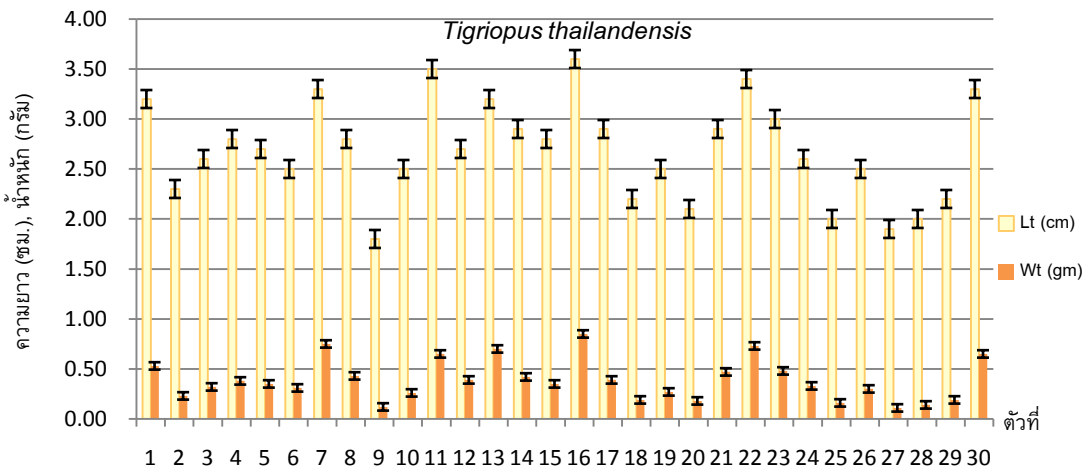


รูปที่ 35. ความยาวและน้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน ตัวที่ 1-4 เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhormae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, และ *Brachionus + Artemia nauplii* ตามลำดับ ระหว่าง 30 กรกฎาคม ถึง 12 กันยายน 2555 (ครอป I)

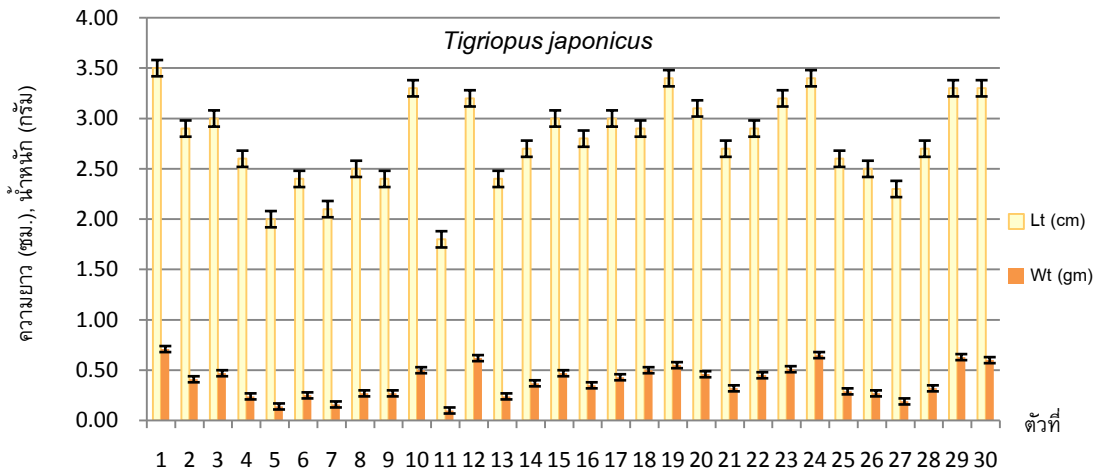




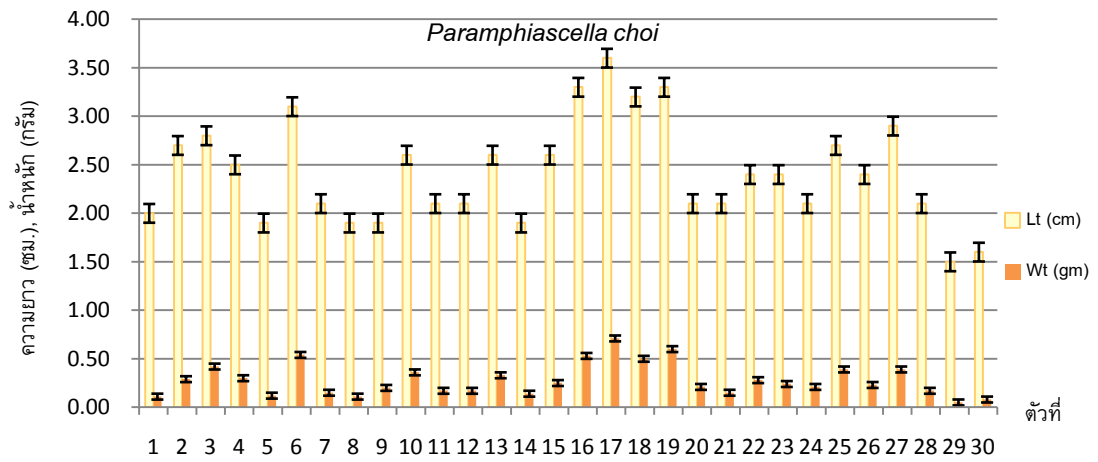
รูปที่ 36. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)



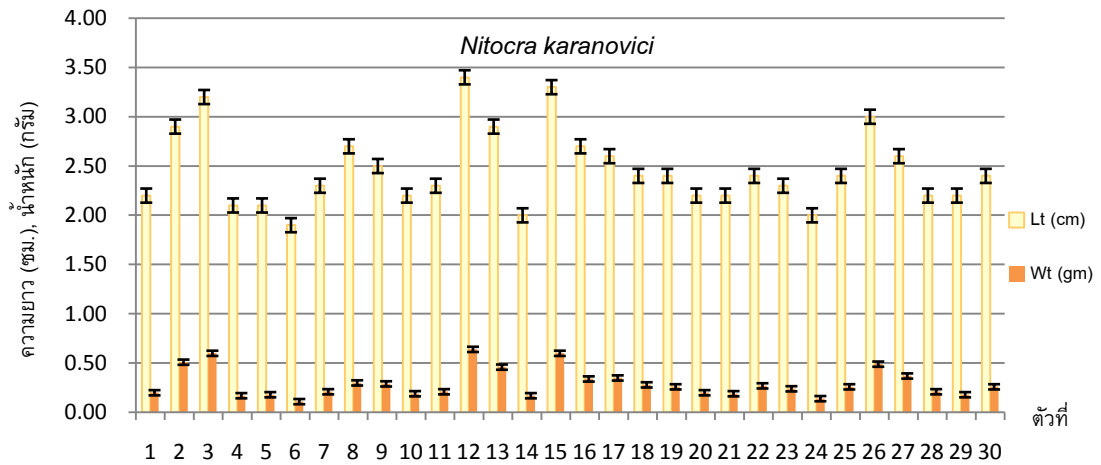
รูปที่ 37. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus thailandensis* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)



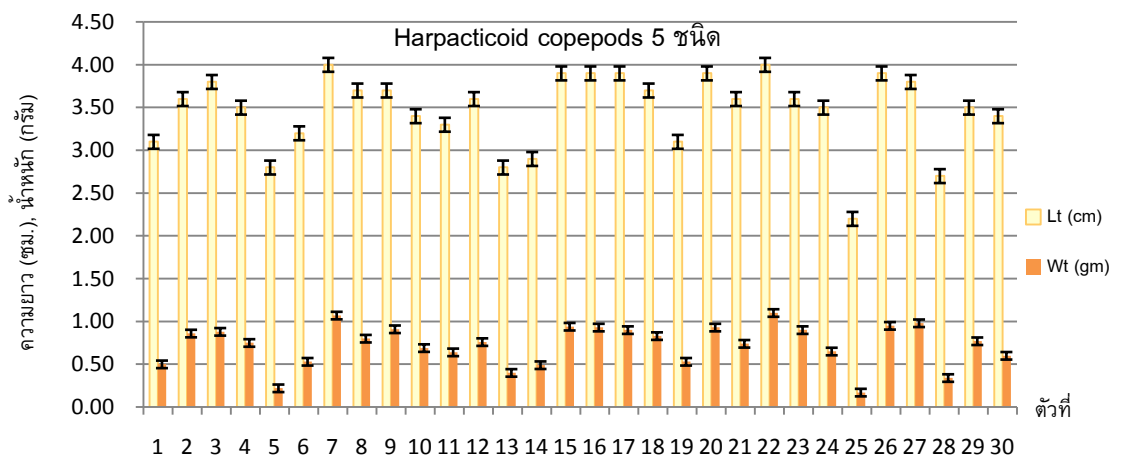
รูปที่ 38. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus japonicus* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)



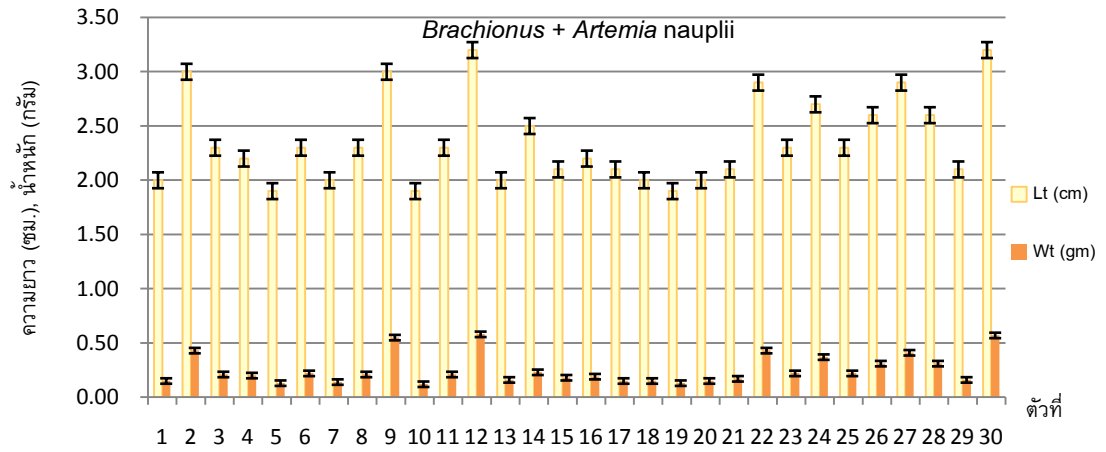
รูปที่ 39. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Paramphiascella choi* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)



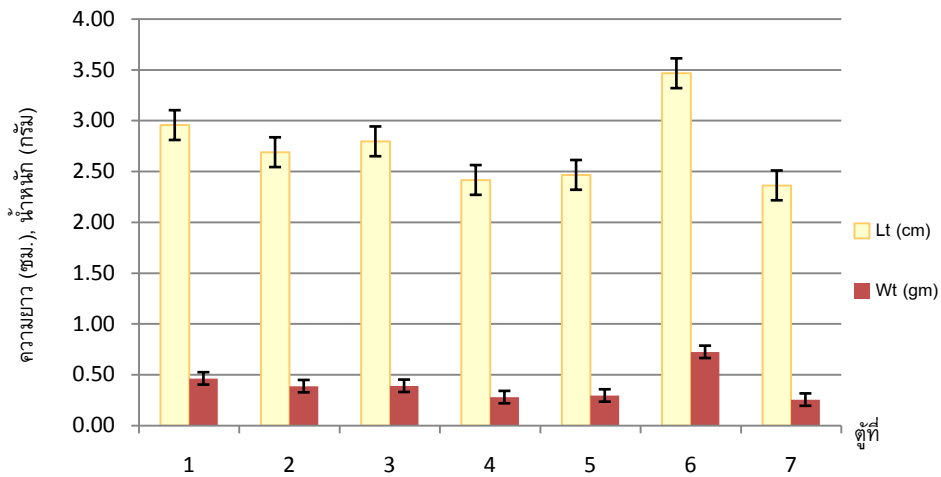
รูปที่ 40. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Nitocra karanovici* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)



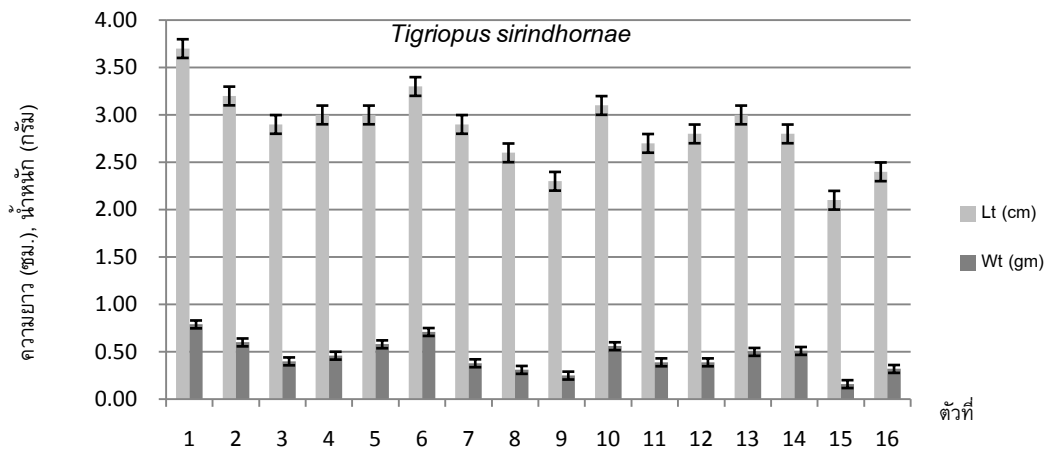
รูปที่ 41. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย Harpacticoid copepods 5 ชนิด ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)



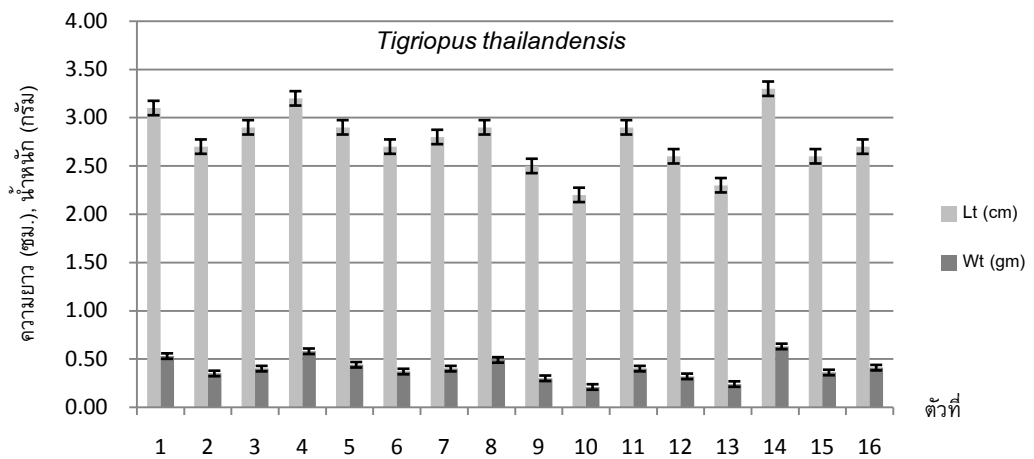
รูปที่ 42. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนสายปล้องอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Brachionus* และ *Artemia nauplii* ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)



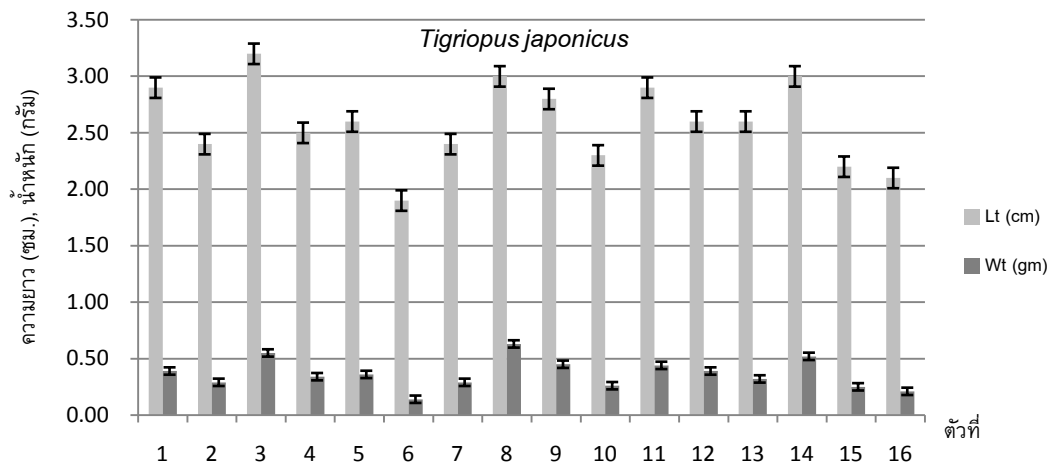
รูปที่ 43. ความยาวและน้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนสายปล้องอายุครบ 45 วัน ตัวที่ 1-7 เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi*, *Nitocra karanovici*, Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ *Brachionus + Artemia nauplii* ตามลำดับ ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (ครอป II)



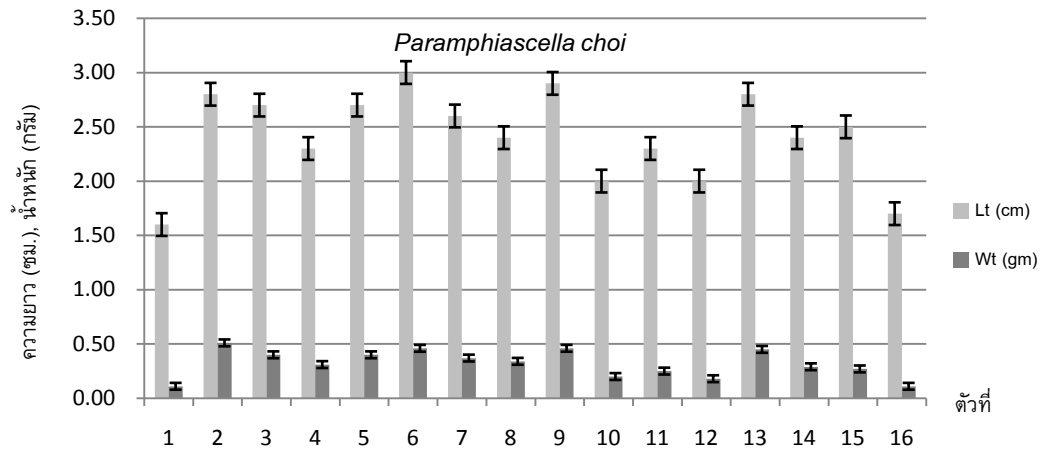
รูปที่ 44. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนอนาม้าอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhornae* ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป)



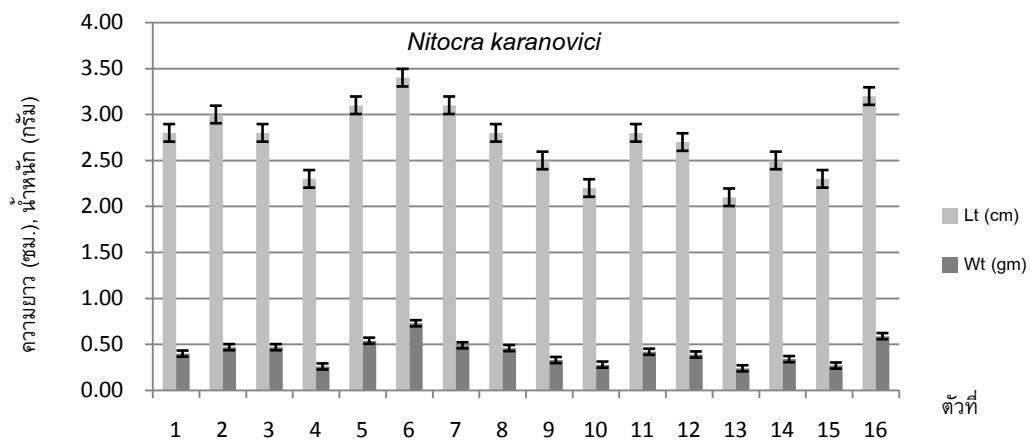
รูปที่ 45. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนอนาม้าอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus thailandensis* ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป)



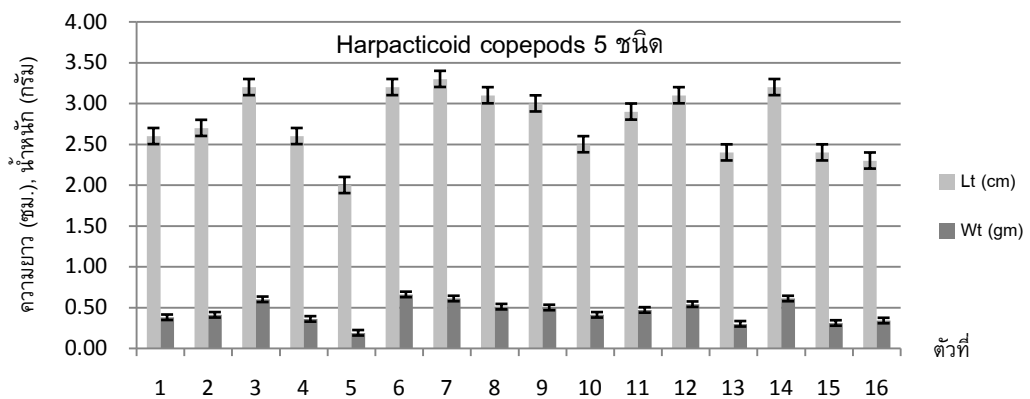
รูปที่ 46. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนอานม้าอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Tigriopus japonicus* ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป)



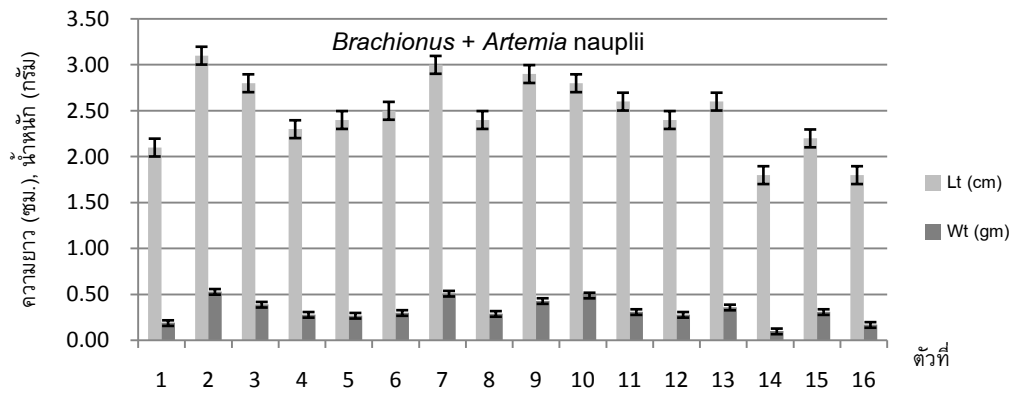
รูปที่ 47. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนอานม้าอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Paramphiascella choi* ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป)



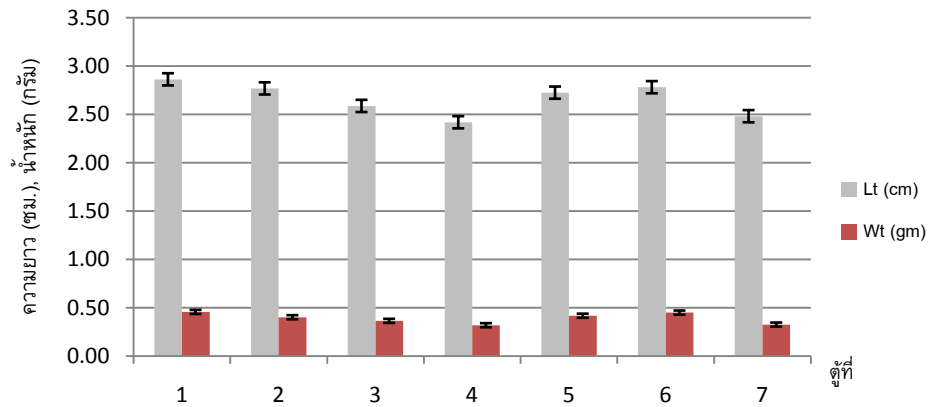
รูปที่ 48. แสดงความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนอานม้าหลังอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Nitocra karanovici* ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป)



รูปที่ 49. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนอานม้าหลังอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย Harpacticoid copepods 5 ชนิด ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป)



รูปที่ 50. ความยาวและน้ำหนักของลูกปลาการ์ตูนอานม้าหลังอายุครบ 45 วัน เลี้ยงด้วย *Brachionus* และ *Artemia nauplii* ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอบ)



รูปที่ 51. ความยาวและน้ำหนักรวมเฉลี่ยของลูกปลาการ์ตูนอานม้าอายุครบ 45 วัน ในตู้ที่ 1-7 เลี้ยงด้วย *Tigriopus sirindhormae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi*, *Nitocra karanovici*, Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ *Brachionus + Artemia nauplii* ตามลำดับ ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอบ)

ตารางที่ 1. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูปปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน จากการเลี้ยงด้วย

1. *Tigriopus sirindhornae*, 2. *T. thailandensis*, 3. *T. japonicus*, 4. *Paramphiascella choi*,
  5. *Nitocra karanovici*, 6. Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ 7. *Brachionus + Artemia nauplii*
- ระหว่าง 17 กรกฎาคม ถึง 31 สิงหาคม 2554 (รอบ I)

ลำดับ (ตัว)	<i>Tigriopus sirindhornae</i>		<i>Tigriopus thailandensis</i>		<i>Tigriopus japonicus</i>		<i>Paramphiascella choi</i>		<i>Nitocra karanovici</i>		Harpacticoid copepods 5 ชนิด รวมกัน		<i>Brachionus + Artemia nauplii</i>	
	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)
1	2.20	0.25	2.40	0.33	2.40	0.32	1.80	0.15	2.00	0.20	2.00	0.19	1.60	0.07
2	2.40	0.28	2.30	0.3	2.40	0.28	2.10	0.23	1.90	0.11	1.90	0.13	2.00	0.17
3	2.40	0.28	2.20	0.21	2.30	0.27	2.00	0.17	2.00	0.15	1.60	0.08	2.00	0.21
4	2.10	0.21	2.20	0.24	2.00	0.17	1.80	0.12	1.80	0.15	2.00	0.22	1.60	0.10
5	2.20	0.2	2.30	0.3	2.20	0.23	1.80	0.13	-	-	1.90	0.12	-	-
รวม	11.30	1.22	11.40	1.38	11.30	1.27	9.50	0.80	7.70	0.61	9.40	0.74	7.20	0.55
เฉลี่ย	2.26	0.24	2.28	0.28	2.26	0.25	1.90	0.16	1.93	0.15	1.88	0.15	1.80	0.14

ตารางที่ 2. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูปปลาการ์ตูนส้มขาวอายุครบ 45 วัน จากการเลี้ยงด้วย

1. *Tigriopus sirindhornae*, 2. *T. thailandensis*, 3. *T. japonicus*, 4. *Paramphiascella choi*,
  5. *Nitocra karanovici*, 6. Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ 7. *Brachionus + Artemia nauplii*
- ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (รอบ II)

ลำดับ (ตัว)	<i>Tigriopus sirindhornae</i>		<i>Tigriopus thailandensis</i>		<i>Tigriopus japonicus</i>		<i>Paramphiascella choi</i>		<i>Nitocra karanovici</i>		Harpacticoid copepods 5 ชนิด รวมกัน		<i>Brachionus + Artemia nauplii</i>	
	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)
1	2.70	0.37	2.70	0.40	2.50	0.31	2.60	0.33	2.40	0.24	2.30	0.23	2.80	0.39
2	2.40	0.30	2.80	0.42	2.50	0.30	2.90	0.41	2.50	0.31	2.10	0.18	2.80	0.37
3	2.50	0.34	2.70	0.42	2.50	0.32	2.60	0.29	2.40	0.25	2.80	0.50	2.20	0.21
4	2.70	0.34	2.70	0.38	2.60	0.34	2.30	0.26	2.60	0.33	2.40	0.23	2.50	0.29
5	2.40	0.26	2.80	0.45	2.50	0.31	2.70	0.36	2.50	0.36	2.70	0.38	2.40	0.26
6	2.60	0.34	2.70	0.41	2.70	0.43	2.50	0.26	2.80	0.37	2.50	0.32	2.50	0.27
7	2.50	0.31	2.60	0.33	2.60	0.31	2.80	0.39	2.20	0.19	2.50	0.31	1.90	0.14
รวม	17.80	2.26	19.00	2.81	17.90	2.32	18.40	2.30	17.40	2.05	17.30	2.15	17.10	1.93
เฉลี่ย	2.54	0.32	2.71	0.40	2.56	0.33	2.63	0.33	2.49	0.29	2.47	0.31	2.44	0.28

ตารางที่ 3. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน จากการเลี้ยงด้วย 1. *Tigriopus sirindhornae*, 2. *T. thailandensis* ระหว่าง 26 พฤศจิกายน 2554 ถึง 10 มกราคม 2555 (รอบ I)

ลำดับ (ตัว)	<i>Tigriopus sirindhornae</i>		<i>Tigriopus thailandensis</i>	
	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)
1	1.80	0.13	2.70	0.41
2	2.20	0.23	2.20	0.19
3	2.40	0.28	2.10	0.20
4	2.30	0.24	1.60	0.09
5	2.20	0.17	2.00	0.19
รวม	10.90	1.05	10.60	1.08
เฉลี่ย	2.18	0.21	2.12	0.22

ตารางที่ 4. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน จากการเลี้ยงด้วย 1. *Tigriopus sirindhornae*, 2. *T. thailandensis*, 3. *T. japonicus*, 4. Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ 5. *Brachionus* + *Artemia* nauplii ระหว่าง 10 กุมภาพันธ์ ถึง 26 มีนาคม 2555 (รอบ II)

ลำดับ (ตัว)	<i>Tigriopus sirindhornae</i>		<i>Tigriopus thailandensis</i>		<i>Tigriopus japonicus</i>		Harpacticoid copepods 5 ชนิด รวมกัน		<i>Brachionus</i> + <i>Artemia</i> nauplii	
	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)
1	1.7	0.13	1.70	0.11	2.00	0.13	1.30	0.07	1.5	0.04
2	2.2	0.18	2.30	0.18	1.80	0.10	1.90	0.14	1.40	0.03
3	2.4	0.25	1.70	0.07	1.60	0.07	2.10	0.14	1.70	0.10
4	2.7	0.42	2.00	0.14	1.90	0.11	2.40	0.22	2.0	0.17
5	2.4	0.29	1.70	0.11	1.60	0.09	1.70	0.10	1.80	0.10
รวม	11.4	1.27	9.40	0.61	8.90	0.50	9.40	0.67	8.40	0.44
เฉลี่ย	2.28	0.25	1.88	0.12	1.78	0.10	1.88	0.13	1.68	0.09



ตารางที่ 5. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศอายุครบ 45 วัน  
จากการเลี้ยงด้วย 1. *Tigriopus sirindhornae*, 2. *T. japonicus*,  
3. *Paramphiascella choi* และ 4. *Nitocra karanovici*  
ระหว่าง 31 กรกฎาคม ถึง 13 กันยายน 2555 (รอบ III)

ลำดับ (ตัว)	<i>Tigriopus sirindhornae</i>		<i>Tigriopus japonicus</i>		<i>Paramphiascella choi</i>		<i>Nitocra karanovici</i>	
	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)
1	2.20	0.22	2.20	0.19	2.20	0.22	2.20	0.20
2	2.10	0.18	2.30	0.24	2.40	0.26	2.30	0.27
3	1.90	0.16	2.30	0.26	1.60	0.13	1.85	0.17
4	2.10	0.19	2.00	0.16	2.10	0.24	2.30	0.27
5	2.30	0.23	1.80	0.15	-	-	-	-
รวม	10.60	0.98	10.60	1.00	8.30	0.85	8.65	0.91
เฉลี่ย	2.12	0.20	2.12	0.20	2.08	0.21	2.16	0.23

ตารางที่ 6. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูกปลาการ์ตูนลายปล้องอายุครบ 45 วัน  
จากการเลี้ยงด้วย 1. *Tigriopus sirindhornae*, 2. *T. thailandensis*, 3. *T. japonicus*  
และ 4. *Brachionus + Artemia nauplii*  
ระหว่าง 30 กรกฎาคม ถึง 12 กันยายน 2555 (รอบ I)

ลำดับ (ตัว)	<i>Tigriopus sirindhornae</i>		<i>Tigriopus thailandensis</i>		<i>Tigriopus japonicus</i>		<i>Brachionus + Artemia nauplii</i>	
	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)
1	2.70	0.37	2.60	0.36	3.20	0.61	2.50	0.31
2	3.10	0.54	2.40	0.28	2.90	0.54	2.50	0.31
3	3.00	0.57	-	-	3.20	0.62	1.90	0.14
4	2.20	0.33	-	-	1.90	0.16	2.00	0.18
5	2.00	0.31	-	-	2.40	0.42	-	-

รวม	13.00	2.12	5.00	0.64	13.60	2.35	8.90	0.94
เฉลี่ย	2.60	0.42	2.50	0.32	2.72	0.47	2.23	0.24

ตารางที่ 7. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูกปลาการ์ตูนหลายปล้องอายุครบ 45 วัน จากการเลี้ยงด้วย

1. *Tigriopus sirindhornae*, 2. *T. thailandensis*, 3. *T. japonicus*, 4. *Paramphiascella choi*,
  5. *Nitokra karanovici*, 6. Harpacticoid copepods 5 ชนิด และ 7. *Brachionus + Artemia nauplii*
- ระหว่าง 10 พฤษภาคม ถึง 24 มิถุนายน 2556 (รอบ II)

ลำดับ (ตัว)	<i>Tigriopus sirindhornae</i>		<i>Tigriopus thailandensis</i>		<i>Tigriopus japonicus</i>		<i>Paramphiascella choi</i>		<i>Nitokra karanovici</i>		Harpacticoid copepods 5 ชนิด รวมกัน		<i>Brachionus + Artemia nauplii</i>	
	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)
1	3.00	0.47	3.20	0.53	3.50	0.71	2.00	0.11	2.20	0.20	3.10	0.50	2.00	0.15
2	2.70	0.30	2.30	0.23	2.90	0.41	2.70	0.29	2.90	0.51	3.60	0.86	3.00	0.43
3	2.70	0.34	2.60	0.32	3.00	0.47	2.80	0.42	3.20	0.60	3.80	0.88	2.30	0.21
4	3.20	0.51	2.80	0.38	2.60	0.24	2.50	0.30	2.10	0.17	3.50	0.75	2.20	0.20
5	3.30	0.56	2.70	0.35	2.00	0.14	1.90	0.12	2.10	0.18	2.80	0.22	1.90	0.13
6	3.60	0.89	2.50	0.31	2.40	0.25	3.10	0.54	1.90	0.11	3.20	0.53	2.30	0.22
7	2.20	0.20	3.30	0.75	2.10	0.16	2.10	0.15	2.30	0.21	4.00	1.07	2.00	0.14
8	2.10	0.17	2.80	0.43	2.50	0.27	1.90	0.11	2.70	0.30	3.70	0.80	2.30	0.21
9	2.60	0.31	1.80	0.12	2.40	0.27	1.90	0.20	2.50	0.29	3.70	0.91	3.00	0.55
10	3.00	0.48	2.50	0.26	3.30	0.50	2.60	0.36	2.20	0.19	3.40	0.69	1.90	0.12
11	2.80	0.33	3.50	0.65	1.80	0.10	2.10	0.17	2.30	0.21	3.30	0.64	2.30	0.21
12	2.00	0.14	2.70	0.39	3.20	0.62	2.10	0.17	3.40	0.64	3.60	0.76	3.20	0.58
13	3.20	0.56	3.20	0.70	2.40	0.24	2.60	0.33	2.90	0.46	2.80	0.40	2.00	0.16
14	3.00	0.42	2.90	0.42	2.70	0.37	1.90	0.14	2.00	0.17	2.90	0.49	2.50	0.23
15	3.30	0.62	2.80	0.35	3.00	0.47	2.60	0.25	3.30	0.60	3.90	0.94	2.10	0.18
16	2.40	0.27	3.60	0.85	2.80	0.35	3.30	0.53	2.70	0.34	3.90	0.93	2.20	0.19
17	3.50	0.75	2.90	0.39	3.00	0.43	3.60	0.71	2.60	0.35	3.90	0.90	2.10	0.15
18	2.90	0.41	2.20	0.19	2.90	0.50	3.20	0.50	2.40	0.28	3.70	0.83	2.00	0.15
19	3.80	0.92	2.50	0.27	3.40	0.55	3.30	0.60	2.40	0.26	3.10	0.53	1.90	0.13
20	3.40	0.42	2.10	0.18	3.10	0.46	2.10	0.21	2.20	0.20	3.90	0.93	2.00	0.15
21	2.90	0.37	2.90	0.47	2.70	0.32	2.10	0.15	2.20	0.19	3.60	0.74	2.10	0.17
22	3.70	0.94	3.40	0.73	2.90	0.45	2.40	0.28	2.40	0.27	4.00	1.10	2.90	0.43
23	3.20	0.53	3.00	0.48	3.20	0.51	2.40	0.24	2.30	0.24	3.60	0.90	2.30	0.22
24	3.20	0.58	2.60	0.33	3.40	0.65	2.10	0.21	2.00	0.14	3.50	0.65	2.70	0.37
25	3.20	0.50	2.00	0.16	2.60	0.29	2.70	0.39	2.40	0.26	2.20	0.17	2.30	0.22
26	3.10	0.48	2.50	0.30	2.50	0.27	2.40	0.23	3.00	0.49	3.90	0.95	2.60	0.31
27	2.80	0.37	1.90	0.11	2.30	0.19	2.90	0.39	2.60	0.37	3.80	0.98	2.90	0.41
28	3.20	0.52	2.00	0.14	2.70	0.32	2.10	0.17	2.20	0.21	2.70	0.34	2.60	0.31
29	2.00	0.17	2.20	0.19	3.30	0.63	1.50	0.05	2.20	0.18	3.50	0.77	2.10	0.16
30	2.70	0.39	3.30	0.65	3.30	0.60	1.60	0.08	2.40	0.26	3.40	0.60	3.20	0.57
รวม	88.70	13.92	80.70	11.63	83.90	11.74	72.50	8.40	74.00	8.88	104.00	21.76	70.90	7.66
เฉลี่ย	2.96	0.46	2.69	0.39	2.80	0.39	2.42	0.28	2.47	0.30	3.47	0.73	2.36	0.26

ตารางที่ 8. ความยาว (ซม.) และน้ำหนัก (กรัม) ของลูกปลาการ์ตูนอานม้าอายุครบ 45 วัน จากการเลี้ยงด้วย

1. *Tigriopus sirindhornae*, 2. *T. thailandensis*, 3. *T. japonicus*, 4. *Paramphiascella choi*,

5. *Nitokra karanovici*, 6. Harpacticoid copepods 5 ชนิดรวมกัน และ 7. *Brachionus* + *Artemia* nauplii

ระหว่าง 3 กุมภาพันธ์ ถึง 19 มีนาคม 2556 (1 ครอป)

ลำดับ (ตัว)	<i>Tigriopus sirindhornae</i>		<i>Tigriopus thailandensis</i>		<i>Tigriopus japonicus</i>		<i>Paramphiascella choi</i>		<i>Nitokra karanovici</i>		Harpacticoid copepods 5 ชนิด รวมกัน		<i>Brachionus</i> + <i>Artemia</i> nauplii	
	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)	Lt (cm)	Wt (gm)
1	3.70	0.79	3.10	0.53	2.90	0.39	1.60	0.11	2.80	0.40	2.60	0.38	2.10	0.19
2	3.20	0.60	2.70	0.35	2.40	0.29	2.80	0.51	3.00	0.47	2.70	0.41	3.10	0.53
3	2.90	0.40	2.90	0.40	3.20	0.55	2.70	0.40	2.80	0.47	3.20	0.60	2.80	0.39
4	3.00	0.46	3.20	0.58	2.50	0.34	2.30	0.31	2.30	0.26	2.60	0.36	2.30	0.28
5	3.00	0.58	2.90	0.44	2.60	0.36	2.70	0.40	3.10	0.54	2.00	0.19	2.40	0.27
6	3.30	0.71	2.70	0.37	1.90	0.14	3.00	0.46	3.40	0.73	3.20	0.66	2.50	0.30
7	2.90	0.38	2.80	0.40	2.40	0.29	2.60	0.37	3.10	0.49	3.30	0.61	3.00	0.51
8	2.60	0.31	2.90	0.49	3.00	0.63	2.40	0.34	2.80	0.46	3.10	0.51	2.40	0.29
9	2.30	0.25	2.50	0.30	2.80	0.45	2.90	0.46	2.50	0.33	3.00	0.50	2.90	0.43
10	3.10	0.56	2.20	0.21	2.30	0.26	2.00	0.20	2.20	0.28	2.50	0.41	2.80	0.49
11	2.70	0.39	2.90	0.40	2.90	0.44	2.30	0.25	2.80	0.42	2.90	0.47	2.60	0.31
12	2.80	0.39	2.60	0.32	2.60	0.39	2.00	0.18	2.70	0.39	3.10	0.54	2.40	0.28
13	3.00	0.50	2.30	0.24	2.60	0.32	2.80	0.45	2.10	0.24	2.40	0.30	2.60	0.36
14	2.80	0.51	3.30	0.63	3.00	0.52	2.40	0.29	2.50	0.34	3.20	0.61	1.80	0.10
15	2.10	0.16	2.60	0.36	2.20	0.25	2.50	0.27	2.30	0.27	2.40	0.31	2.20	0.31
16	2.40	0.32	2.70	0.41	2.10	0.21	1.70	0.11	3.20	0.59	2.30	0.34	1.80	0.17
รวม	45.80	7.31	44.30	6.43	41.40	5.83	38.70	5.11	43.60	6.68	44.50	7.20	39.70	5.21
เฉลี่ย	2.86	0.46	2.77	0.40	2.59	0.36	2.42	0.32	2.73	0.42	2.78	0.45	2.48	0.33

ตารางที่ 9. One-way ANOVA หาค่าความแตกต่างระหว่างอาหารมีชีวิตที่ใช้อุณหภูมิ  
 ลูกปลาการ์ตูนส้มขาว (*Amphiprion ocellaris* larvae) ในครอป I และ II

## ครอป I

Source	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p value
Between groups:	223.418	2	111.709	81.53	0.001
Within groups:	131	96	1.37022		
Total:	354.959	98			

## ครอป II

Source	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p value
Between groups:	336.182	168.09	122.1		0.001
Within groups:	198.204	144	1.37642		
Total:	534.384	146			

ตารางที่ 10. One-way ANOVA หาค่าความแตกต่างระหว่างอาหารมีชีวิตที่ใช้อุณหภูมิ  
 ลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศ (*Amphiprion frenatus* larvae) ในครอป I, II และ III

## ครอป I

Source	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p value
Between groups:	19.4361	2	9.71806	76.85	0.001
Within groups:	3.41441	27	0.12646		
Total:	22.8505	29			

## ครอป II

Source	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p value
Between groups:	104.091	2	52.0454	70.58	0.001
Within groups:	53.0921	72	0.73739		
Total:	157.183	74			

## ครอป III

Source	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p value
Between groups:	50.9059	2	25.4529	56.23	0.001
Within groups:	23.0864	51	0.452674		
Total:	73.9923	53			

ตารางที่ 11. One-way ANOVA หาค่าความแตกต่างระหว่างอาหารมีชีวิตที่ใช้อุณหภูมิ  
 ลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง (*Amphiprion clarkii* larvae) ในกรอบ I และ II

กรอบ I

Source	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p value
Between groups:	48.7428	2	24.3714	43.03	0.001
Within groups:	25.4874	45	0.566387		
Total:	74.2302	47			

กรอบ II

Source	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p value
Between groups:	43.03	2	700.581	476.9	0.001
Within groups:	921.004	627	1.46891		
Total:	2322.17	629			

ตารางที่ 12. One-way ANOVA หาค่าความแตกต่างระหว่างอาหารมีชีวิตที่ใช้อุณหภูมิ  
 ลูกปลาการ์ตูนอานม้า (*Amphiprion polymnus* larvae) จำนวน 1 กรอบ

Source	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p value
Between groups:	745.639	2	372.82	265.3	0.001
Within groups:	467.911	333	1.40514		
Total:	467.911	335			

### 3.5 คุณค่าทางอาหารของฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด

#### 3.5.1 กรดไขมัน (Fatty acids)

##### 1). กรดไขมันที่พบใน *Tigriopus sirindhornae* ได้แก่

C15:0	= Pentadecanoic acid
C16:0	= Palmic acid
C18:1 (n-9)	= Oleic acid (Omega - 9)

##### 2). กรดไขมันที่พบใน *Tigriopus thailandensis* ได้แก่

C14:0	= Myristic acid
C15:0	= Pentadecanoic acid
C16:0	= Palmic acid
C18:0	= Stearic acid
C18:1 (n-9)	= Oleic acid (Omega - 9)

##### 3). กรดไขมันที่พบใน *Tigriopus japonicus* ได้แก่

C16:0	= Palmic acid
C16:1	= Palmitoleic acid
C18:1 (n-9)	= Oleic acid (Omega - 9)
C18:2 (n-6)	= Linoelaidic acid (Omega – 6)
C18:3 (n-3)	= Alpha-Linolenic acid (Omega - 3)
C19:0	= Cyclopentanetridecanoic acid

#### 3.5.2 กรดอะมิโน (Amino acids)

AMINO ACIDS	mg/100mg
Aspartic acid	4.30
Serine	1.95
Glutamic acid	6.58
Glycine	1.95
Histidine	0.74
Arginine	3.03
Threonine	1.88
Alanine	2.90
Proline	2.79
Tyrosine	1.42
Valine	1.99
Lysine	3.06
Isoleucine	1.49
Leucine	2.67
Phenylalanine	1.46

1. *Tigriopus sirindhornae*

AMINO ACIDS	mg/100mg
Aspartic acid	4.87
Serine	2.30
Glutamic acid	7.31
Glycine	2.27
Histidine	0.89
Arginine	3.27
Threonine	2.20
Alanine	3.08
Proline	4.61
Tyrosine	1.68
Valine	2.29
Lysine	3.52
Isoleucine	1.73
Leucine	3.11
Phenylalanine	1.76

2. *Tigriopus thailandensis*

AMINO ACIDS	mg/100mg
Aspartic acid	5.20
Serine	2.50
Glutamic acid	7.52
Glycine	2.43
Histidine	0.97
Arginine	3.21
Threonine	2.33
Alanine	3.36
Proline	2.76
Tyrosine	2.11
Valine	2.54
Lysine	3.81
Isoleucine	1.84
Leucine	3.28
Phenylalanine	1.80

3. *Tigriopus japonicus*

AMINO ACIDS	mg/100mg
Aspartic acid	3.55
Serine	1.94
Glutamic acid	4.77
Glycine	2.27
Histidine	0.73
Arginine	2.81
Threonine	1.89
Alanine	2.73
Proline	2.57
Tyrosine	1.46
Valine	2.14
Lysine	2.11
Isoleucine	1.31
Leucine	2.35
Phenylalanine	1.42

4. *Paramphiascella choi*

AMINO ACIDS	mg/100mg
Aspartic acid	3.25
Serine	1.50
Glutamic acid	4.28
Glycine	1.94
Histidine	0.89
Arginine	2.42
Threonine	1.41
Alanine	1.95
Proline	1.67
Tyrosine	0.93
Valine	1.49
Lysine	2.12
Isoleucine	1.08
Leucine	1.91
Phenylalanine	1.14

5. *Nitocra karanovici*



# Review of naupliar development among Miraciidae (Copepoda, Harpacticoida) with a naupliar description of *Paramphiascella choi* sp. nov. from Thailand

Supawadee Chullasorn · Wongpiya Anansatitporn ·  
Pawana Kangtia · Pradchek Klangsin ·  
Ratchadawan Jullawateelert

Published online: 1 April 2010  
© Springer Science+Business Media B.V. 2010

**Abstract** Both genders of *Paramphiascella choi* sp. nov. were collected from the green alga *Enteromorpha clathrata* in Rayong province, Thailand. *P. choi* shares with other species of the genus: cylindrical body shape, rostrum not bifid, eight-segmented antennules, three-segmented exopodal antenna, and female P5 exopod with five setae. The new species distinguished from other conspecific species by: three-segmented exopodal antenna, inner edge of basis of male P1 and P2 bear a bare ovate-knob each. Enp-1 very elongate, Enp-2 of male P2 transformed into a large, strong, slightly curved and tapering attenuation with two central chitinous ridges, and bearing one medially directed knob close to enp-1. At the base of this knob arise three plumose setae of unequal length. These characters are suggested to be autapomorphies of the new species. Six naupliar stages are obtained and described a key for the identification of stages is provided. Nauplius I has one pair of caudal setae; three-segmented antennules; antenna consists of a coxa, basis, endopod and exopod; mandible has a coxa, basis, endopod and

exopod; hindbody bears two caudal setae. Nauplius II develops one aesthetasc on the antennule; antenna has added an arthrite arising from the coxa; mandible has a row of tiny spinulose setae. Nauplius III has added two pairs of caudal setae. Nauplius IV bears bilobed bud of the maxillule armed with two setae and four pairs of caudal setae. Nauplius V bears a multilobed bud of the maxillule with three setae and five pairs of caudal setae. At Nauplius VI, the buds of swimming legs 1 and 2 are added.

**Keywords** Species description · Naupliar characters · Ontogeny · Morphology · Miraciidae · Thailand

## Abbreviations

ae	Aesthetasc
exp	Exopod
enp	Endopod
exp-1	First segment of exopod
enp-1	First segment of endopod
P1–P6	Swimming legs 1–6

Guest editors: L. Sanoamuang & J. S. Hwang / Copepoda: Biology and Ecology

S. Chullasorn (✉) · W. Anansatitporn ·  
P. Kangtia · P. Klangsin · R. Jullawateelert  
Department of Biology, Faculty of Science,  
Ramkhamhaeng University, Bangkok 10240, Thailand  
e-mail: csupawadee@yahoo.com

## Introduction

A new species of the harpacticoid copepod genus *Paramphiascella* Lang, 1944, consisting of 15 valid species (Boxshall & Halsey, 2004), and belonging to the family Miraciidae (Dana, 1986) were collected

from the green alga *Enteromorpha clathrata* during a fieldwork study on diversity of harpacticoid copepods associated with marine macroalgae, and reared as live food for shrimp larvae. Nauplii play important roles as first feed of economically important fish and shrimp larvae in aquaculture. Owing to their great abundance and diversity, they may also play important ecological roles (Alekseev, 2002). However, there are only a few studies that focus on the ecological role of nauplii as yet.

According to Ferrari & Dahms (2007) the post-embryonic development of copepods is divided into two phases, the naupliar and the copepodid phase. During the naupliar phase of development, there is no direct external expression of somites, because the formation of arthrodistal membranes between somites is suppressed (Dahms et al., 2007). However, the naupliar body usually increases in size from one stage to the next, and a limb bud may often be added during a molt. The addition of a limb bud usually indicates that a somite has been added. Early nauplii have three well-developed limbs: antennule, antenna, and the mandible, plus the setose bud of the caudal ramus. Setose buds of some limbs between the mandible and caudal ramus are added during the naupliar phase of development.

This article provides the complete description of adult and naupliar stages of the marine harpacticoid copepod *Paramphiascella choi* sp. nov. belonging to the family Miraciidae Dana, 1846 associated with a green alga *E. clathrata* in Thailand.

## Materials and methods

### Collection data

Both genders of harpacticoid copepods, *P. choi* sp. nov. were collected from the green alga *E. clathrata* at the Eastern Marine Fisheries Development Center, Rayong province, Thailand (12°37'N, 101°20'E) and cultured in the laboratory. A single ovigerous female was selected subsequently from the cultures and transferred to a 250 ml beaker for providing the offspring studied here. The resulting culture was kept at room temperature with an approximate light: dark cycle of 12:12 h. About 50% of the seawater was renewed every week, being prepared as described by Dahms et al. (2007). When nauplii emerged, some of

them were isolated in watch glasses, and the exuviae of subsequent molts were collected. *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis* sp., and *Chaetoceros* sp. were used as mixed algal food. A few drops of a food suspension were added every few days. Small protozoan contaminants or algal growth was not prevented. No substratum was added since *P. choi* sp. nov. are epistrate dwellers, whereas harpacticoids from soft bottoms often require sediment substrates (Dahms, 2000).

### Preparation

Both adults and naupliar stages were fixed in 5% buffered formaldehyde and embedded in glycerol. Glycerol clarifies nonexuvial material within a few days and thus allows information on hidden posterior structures when observed by phase-contrast microscopy. Unfortunately, the natural color of nauplii and the color and shape of the red nauplius eye were lost rapidly, and the eye was, therefore, not figured. Adults and nauplii were mounted whole with glass-fibers being added to prevent them from being compressed and to facilitate rolling to allow inspection from all sides. Body measurements are given from the frontal portion of the naupliar shield to the caudalmost protrusion of the hindbody (length), and the widest lateral tips of the naupliar shield (width); only specimens drawn were considered for length measurements. Otherwise, 2–5 specimens per stage were used for the investigation of stage-specific variability. Species identification was carried out with the aid of Lang (1948) if not stated otherwise.

### Terminology

The first–sixth naupliar stages are abbreviated as N I to N VI, respectively. Like other harpacticoids, the nauplii of *P. choi* sp. nov. have initially three pairs of appendages: antennules and antennae and mandibles. The body is covered by a smooth nauplius shield; the hindbody protrudes at later stages. The labrum originates as a lobular flap near the frontal margin of the body, between the bases of the antennule, and extends posteriorly across the ventral surface of the body. The metasomal ventral body wall is a tongue-like structure arising at the base of the antennal protopod. The antennule is uniramous. The antenna notably differs from that of the adult (and

copepodids) in having a coxal masticatory process (= gnathobase). The antenna further consists of a coxa, basis, endopod, and exopod. The mandible is composed of the same elements except the praecoxa. The endopod consists of an inner process and usually a lateral field of setae arising on the outer lateral margin. The postmandibular appendages (first and second maxilla, maxilliped, leg 1, and leg 2) develop successively from N II onward. Large outgrowths are called setae or spines. Very small, flexible elements originating from the endocuticle are referred to as setules. Aesthetascs are presumed to be sensory elements of the first antenna with sclerotized bases and are more transparent than normal setae with blunt or rounded ends. The complement of setae, setules, spines, and aesthetascs are called elements of a particular structure and are referred to as the armature. In addition to setae, setules, and spines, the body segments or appendages present a variety of ornamenting cuticular projections. Spinules can be very fine hair-like cuticular extensions of setae and spines, the labrum, and ventral body wall, or, small, pointed, conical processes. Denticles represent minute triangular outgrowths.

## Results

Systematics (Figs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)

Sub-class Copepoda Milne-Edwards, 1840

Order Harpacticoida Sars, 1903

Family Miraciidae Dana, 1846

Genus *Paramphiascella* Lang, 1944

*Paramphiascella choi* sp. nov.

*Type locality.* The Eastern Marine Fisheries Development Center, Rayong province, Thailand (12°37'N, 101°20'E).

*Type material.* Holotype: adult female dissected on seven slides (USNM 1136650). Allotype: adult male dissected on seven slides (USNM 1136651), plus Paratypes: fifteen females (USNM 1136653) and fifteen males (USNM 1136654) in each vial, and six stages of nauplii (USNM 1136655) in one vial are deposited in the Department of Invertebrate Zoology, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, DC, USA. The type specimens were collected on February 24, 2007 by S. Chullasorn, W. Anansatitporn and P. Kangtia from

the green alga *E. clathrata* at the Eastern Marine Fisheries Development Center, Rayong province, Thailand (12°37'N, 101°20'E).

*Ethymology.* The species name refers to Dr. Mei-Fang Cho (Tainan), acknowledging her contribution in the advancement of scientific education.

## Description

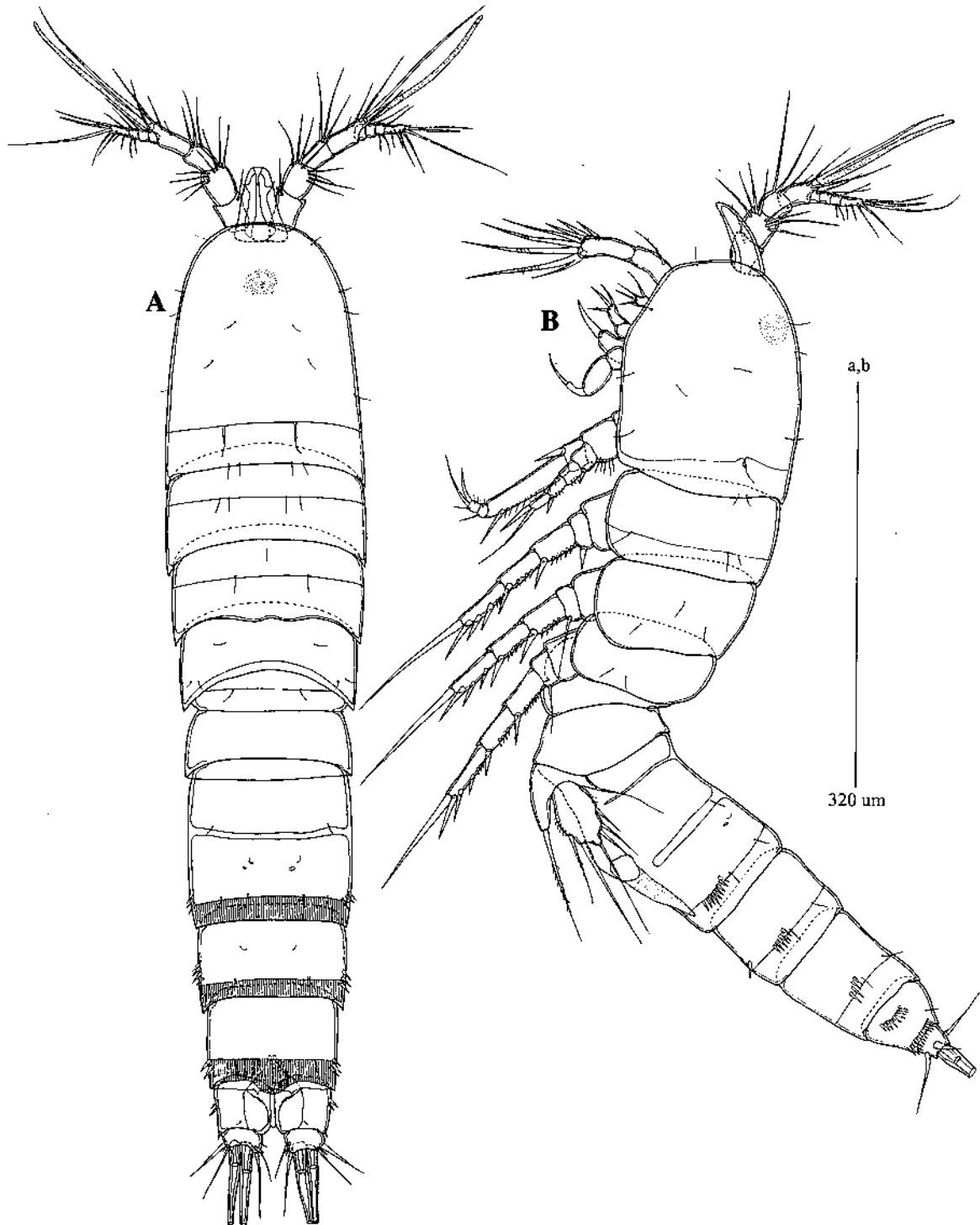
### *Female*

Habitus (Fig. 1A, B). Total body length 770 µm (holotype) was measured from the anterior margin of rostrum to the posterior margin of caudal rami. Body slender, cylindrical with an inconspicuous boundary between prosome and urosome in dorsal view, without surface ornamentation, except urosomites with a hyaline frill. Cephalothorax the widest part, and anal segment the narrowest.

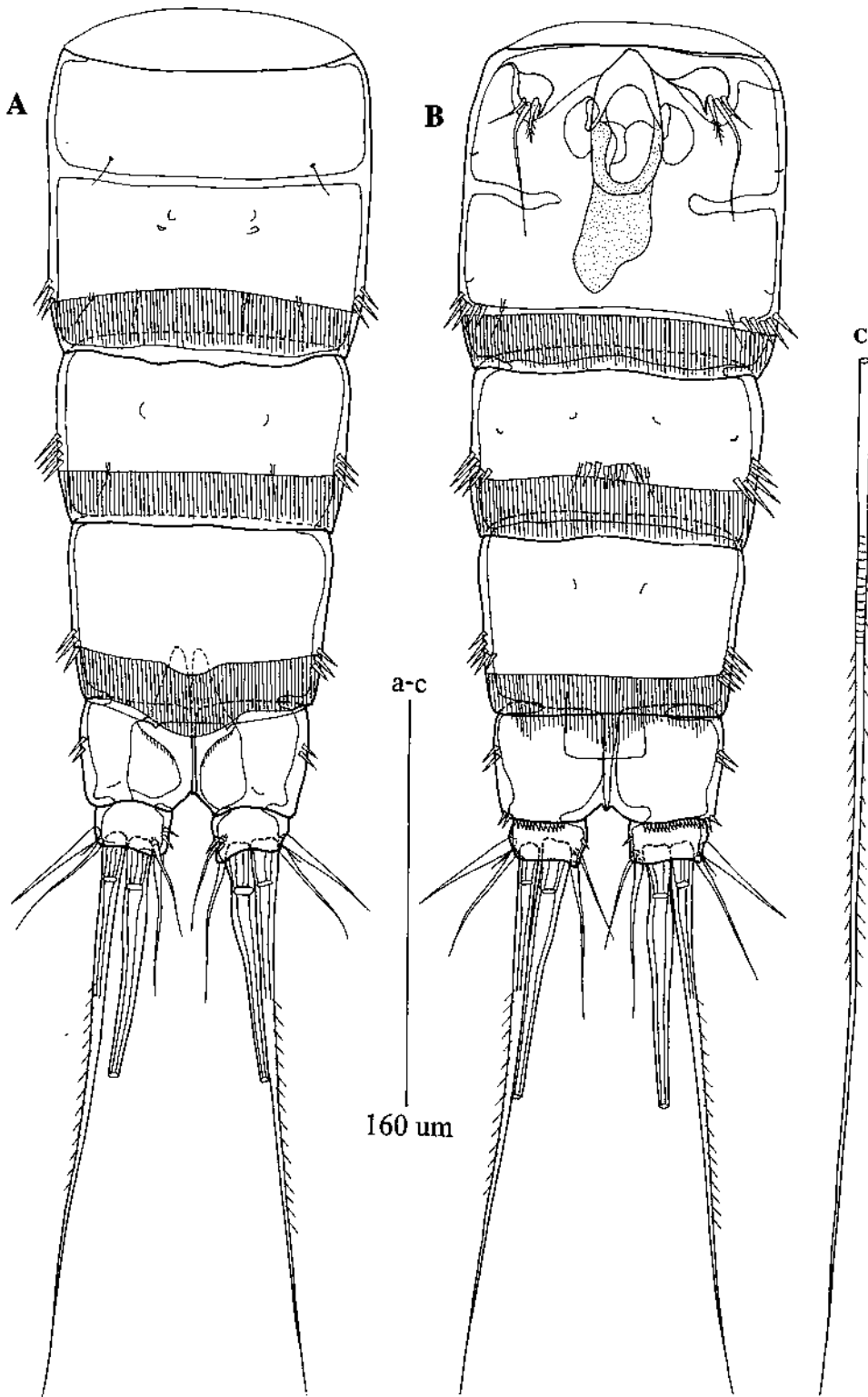
Rostrum (Fig. 3A) not bifid, relatively large, articulating with cephalothorax, bell-shaped with one pair of sensory setae in the distal fifth.

Urosome (Fig. 2A, B) five-segmented. Genital-double somite (second and third urosomites), and fourth and fifth urosomites furnished with a hyaline frill dorsally and ventrally. Genital apparatus comprising paired genital apertures located ventrally and copulatory pore located ventromedially. Anterior margin of small anal operculum covered by a fringe of fifth abdominal segment. Anal somite covered with rectangular operculum ornamented with two curved rows of minute spinules. Caudal rami cylindrical, about twice broader than long. Each ramus carries seven setae: seta I spiniform arising close to seta II tiny, seta III as long as seta I arising from cylindrical extension at outer distal corner, seta IV and seta V well developed, seta V (Fig. 2C) the longest, and seta VI longer than seta VII.

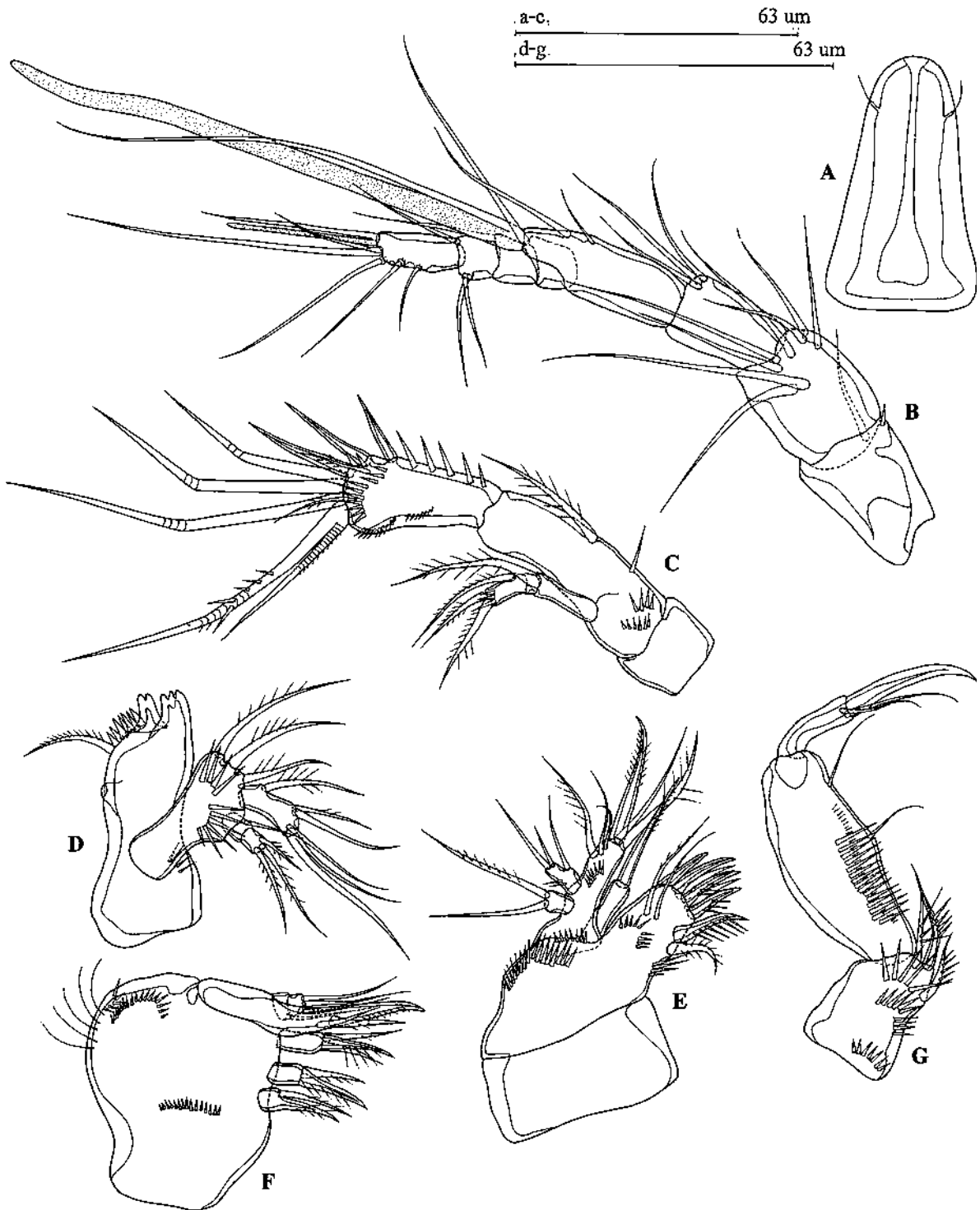
Antennule (Fig. 3B) relatively long, distinctly eight-segmented, the first four segments much larger than the distal four segments. Two aesthetascs, the larger one arising at the anterior margin of the fourth segment. and the smaller one on the last segment. Each segment carries from one to many smooth setae. Armature formula as follows: 1-(1), 2-(8), 3-(6), 4-(2 + acrothek), 5-(1), 6-(1), 7-(3), 8-(5 + acrothek). Apical acrothek consisting of an aesthetasc and one seta.



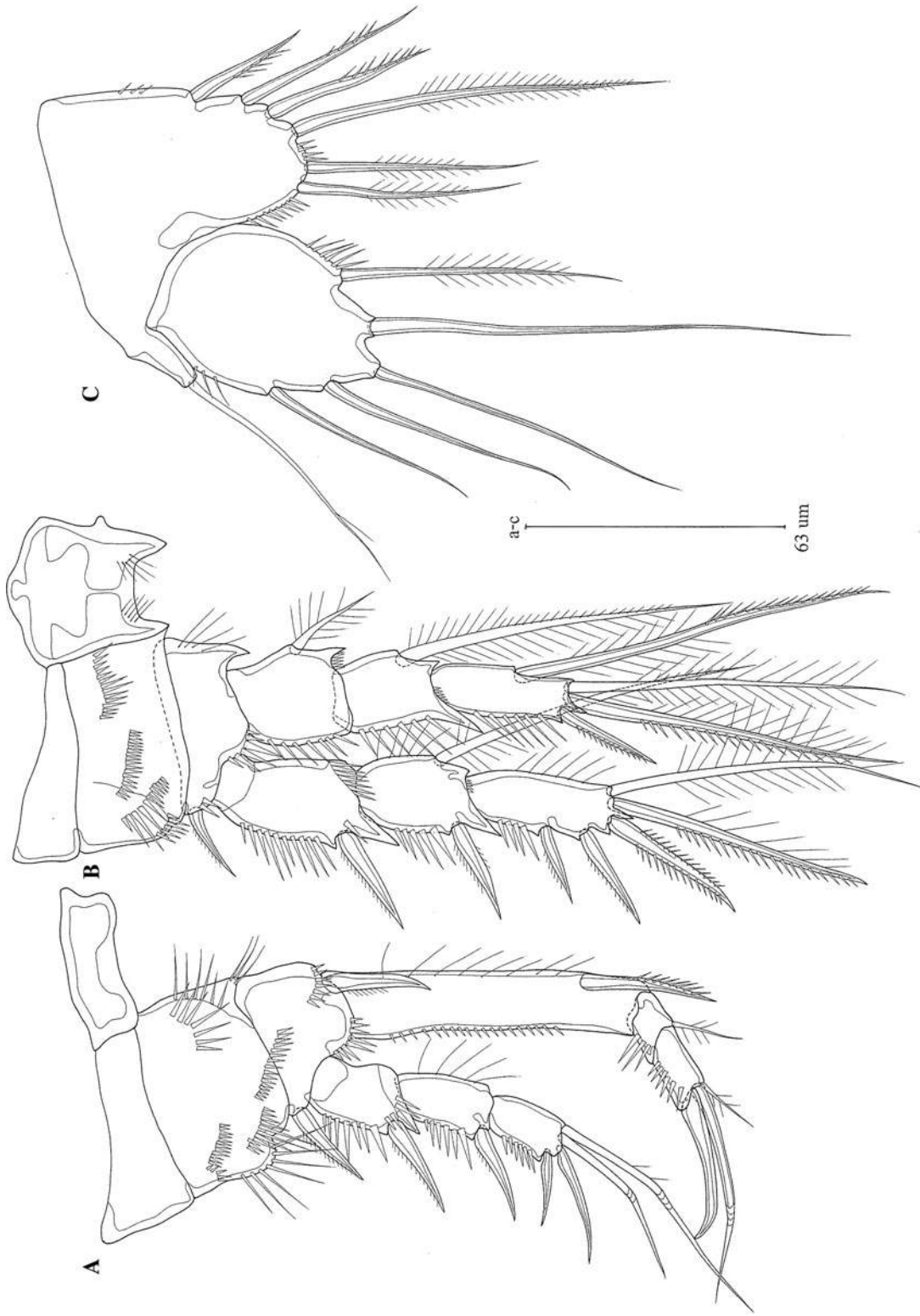
**Fig. 1** *Paramphiascella choi*. Female. Habitus in dorsal view (A) and in left lateral view (B)



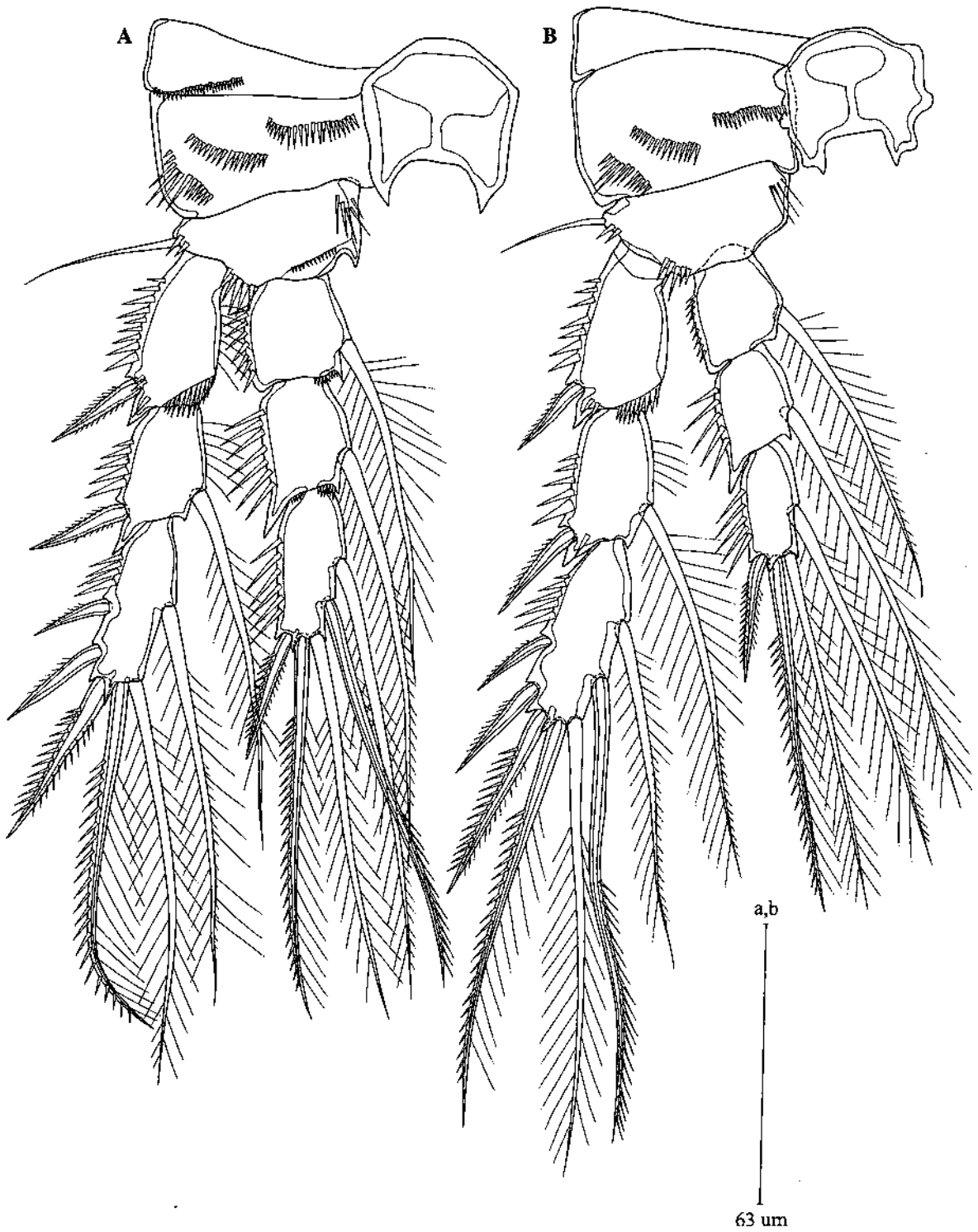
**Fig. 2** *Paramphiascella choi*. Female. Urosome in dorsal view (A) and in left ventral view (B). Caudal seta V from the left ramus at full length (C)



**Fig. 3** *Paramphiascella choi*. Female. Rostrum (R) (A). Antennule (A1) (B). Antenna (A2) (C). Mandible (Md) (D). Maxillule (Mx1) (E). Maxilla (Mx2) (F). Maxilliped (Mxp) (G)

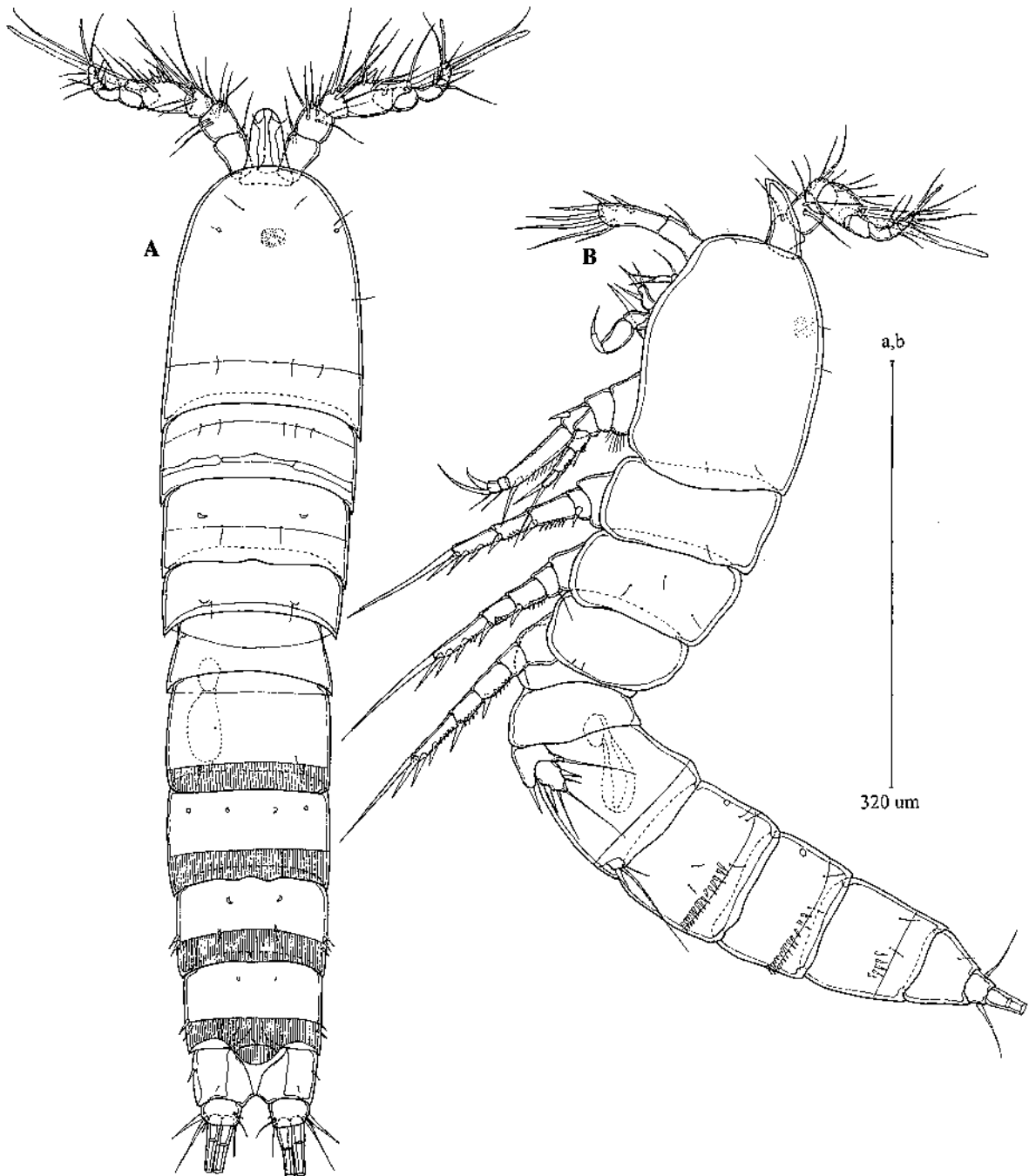


**Fig. 4** *Paramphiascella choi*. Female. Swimming leg 1 (P1) (A). Swimming leg 2 (P2) (B). Swimming leg 5 (P5) (C)



**Fig. 5** *Paramphiascella choi*. Female. Swimming leg 3 (P3) (A). Swimming leg 4 (P4) (B)

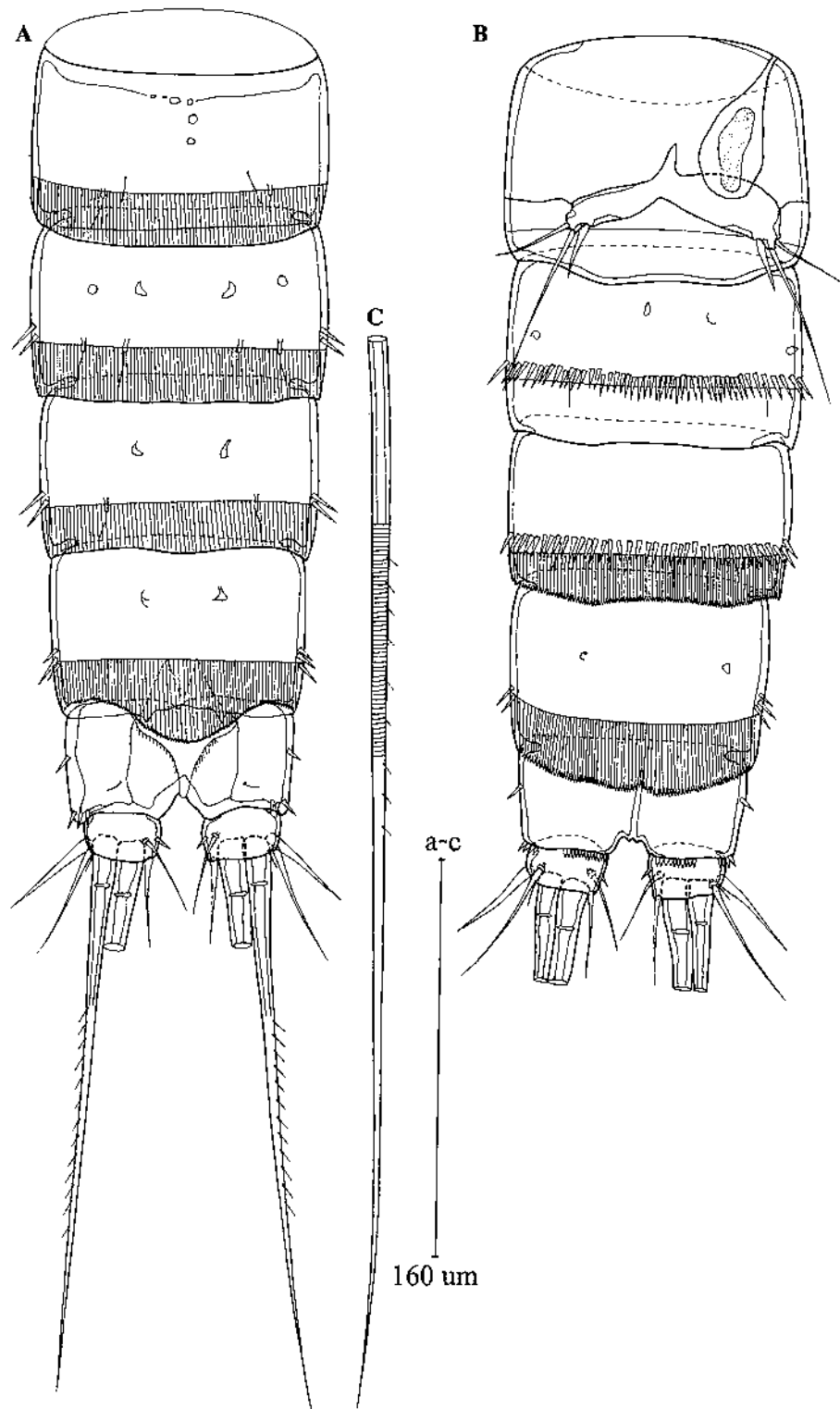




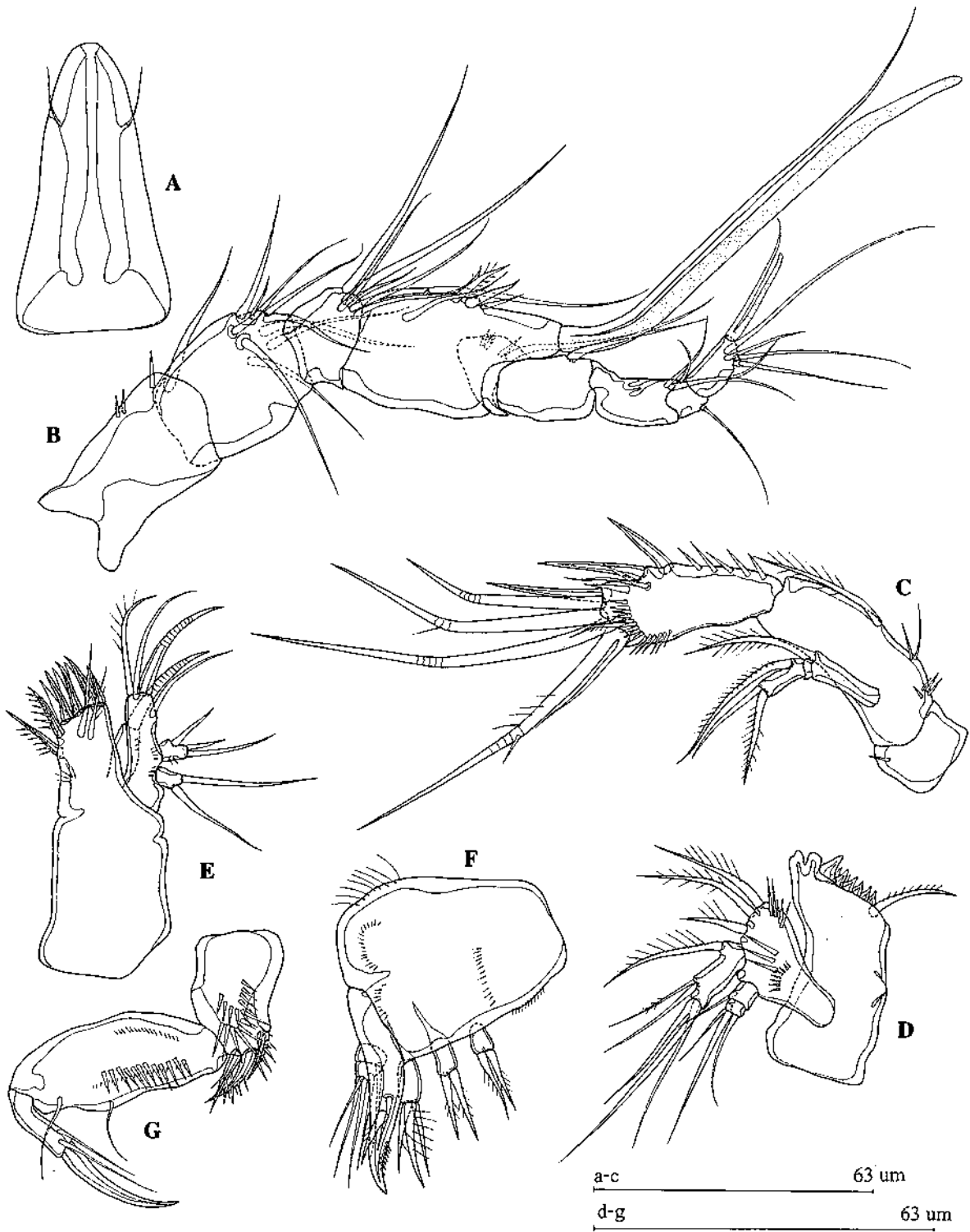
**Fig. 6** *Paramphiascella choi*. Male. Habitus in dorsal view (A) and in left lateral view (B)

Antenna (Fig. 3C). Coxa bare. Basis ornamented with some spinules on surface, bearing exopod, and armed with one pinnate seta. Exopod three-segmented; exp-1 armed with one pinnate seta; exp-2 bare; exp-3 ornamented with few spinules. and

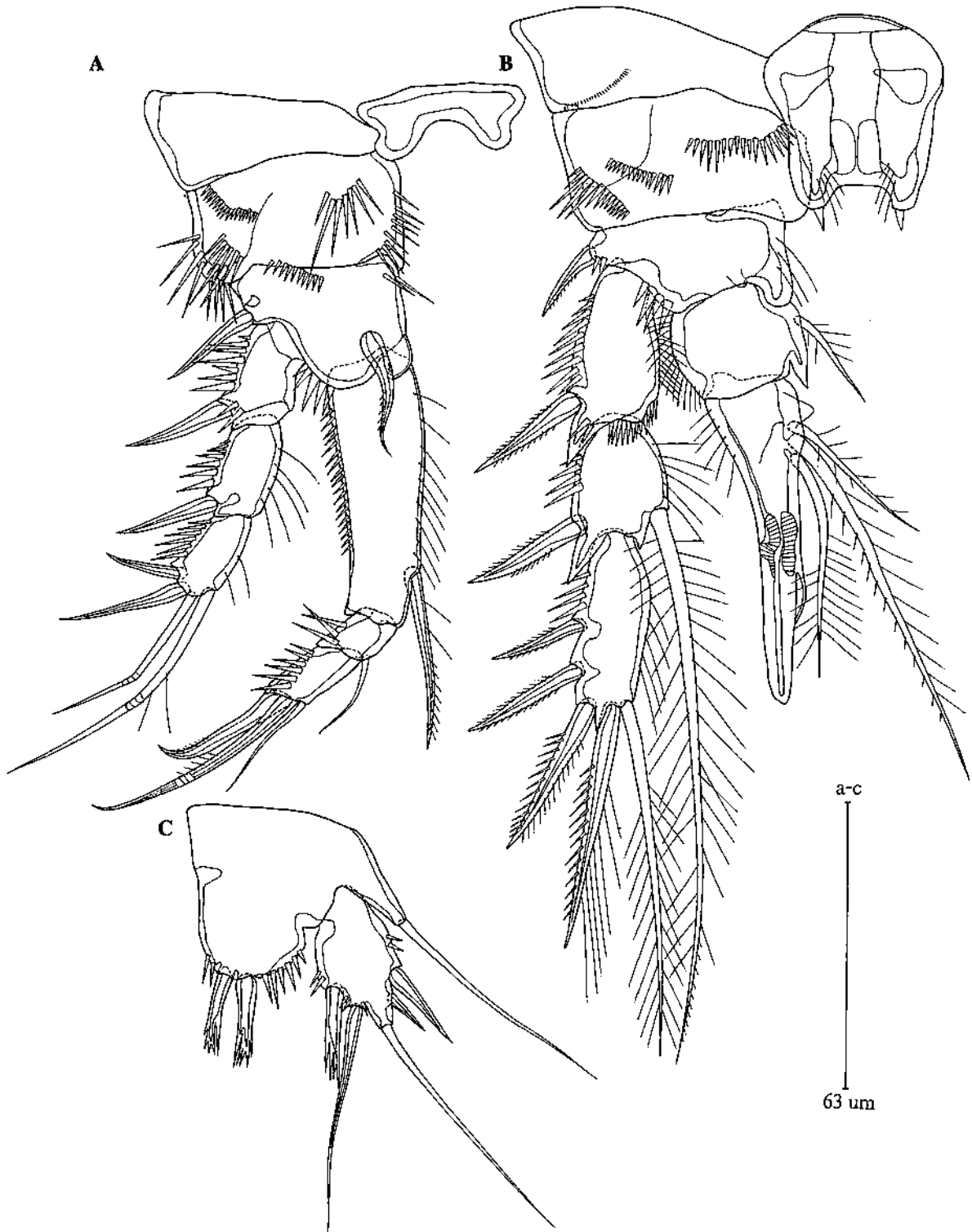
armed with three pinnate setae. Endopod one-segmented; armed with five geniculate elements, three spiniform, and two slender pinnate setae, and ornamented with rows of small spinules along inner margin and on subdistal rim.



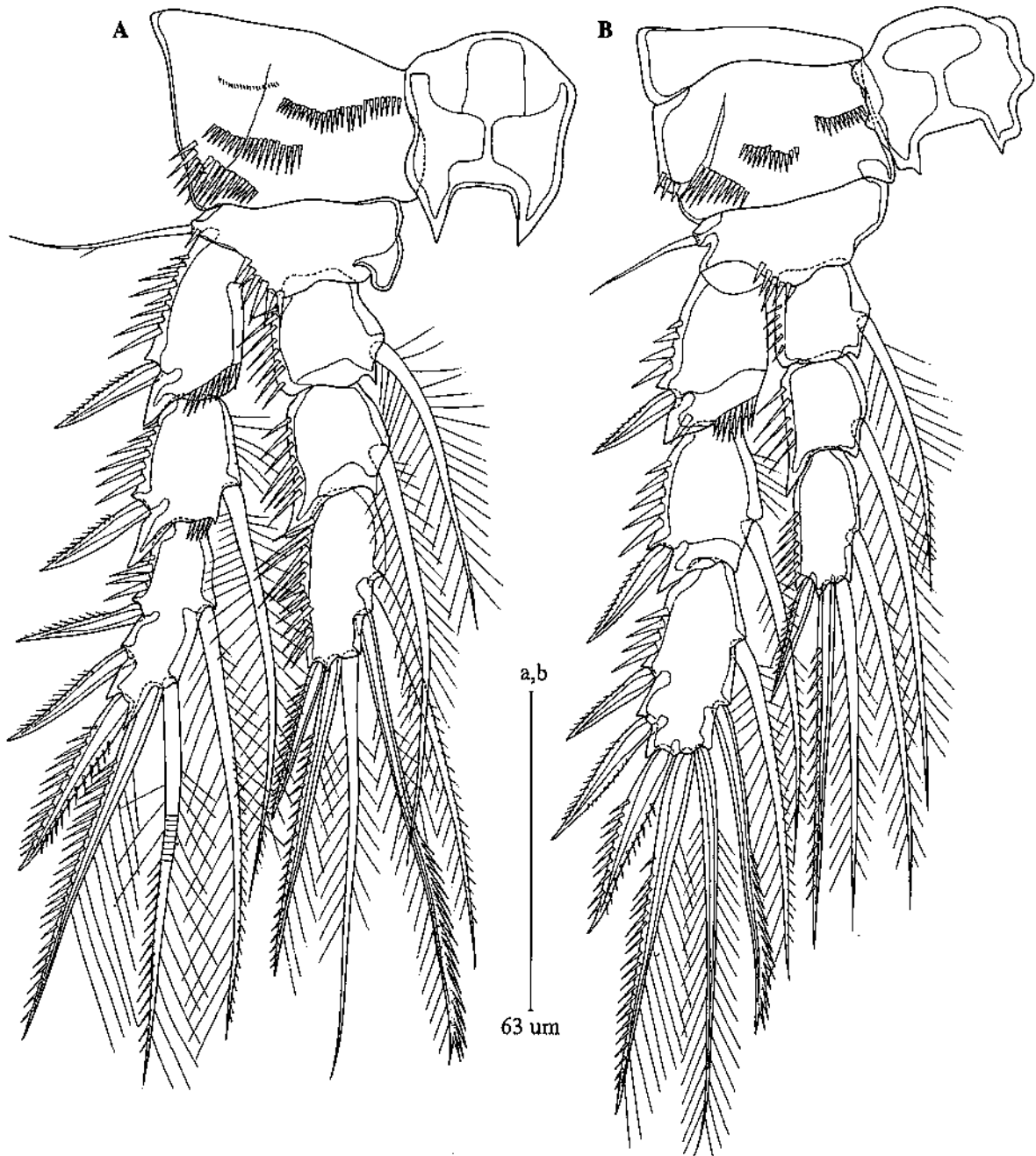
**Fig. 7** *Paramphiascella choi*. Male. Urosome in dorsal view (A) and in left ventral view (B). Caudal seta V from the left ramus at full length (C)



**Fig. 8** *Paramphiascella choi*. Male. Rostrum (R) (A). Antennule (A1) (B). Antenna (A2) (C). Mandible (Md) (D). Maxillule (Mx1) (E). Maxilla (Mx2) (F). Maxilliped (Mxp) (G)



**Fig. 9** *Paramphiascella choi*. Male. Swimming leg 1 (P1) (A). Swimming leg 2 (P2) (B). Swimming leg 5 (P5) (C)



**Fig. 10** *Paramphiascella choi*. Male. Swimming leg 3 (P3) (A). Swimming leg 4 (P4) (B)

Mandible (Fig. 3D). Coxal gnathobase well developed with bicuspidate teeth, one small tube on anterior surface, and ornamented with one inner pinnate seta at distal corner. Basis furnished with row of small spinules, and three pinnate setae at distal margin.

Exopod two-segmented; exp-1 with one smooth seta; exp-2 with three pinnate setae. Endopod one-segmented, with two pinnate, and four smooth setae.

Maxillule (Fig. 3E). Praecoxa bare. Coxa ornamented with rows of small spinules, arthrite well

developed bearing two slender setae on anterior surface, and eight spines at distal margin. Distal edge of basis with seven setae. Exopod one-segmented with two setae. Endopod one-segmented with three setae.

Maxilla (Fig. 3F). Syncoxa large with three endites, ornamented with rows of spinules on anterior surface. Proximal endite with two, median endite with two, and distal endite with three pinnate spines. Basis with one pinnate seta and armed claw. Endopod two-segmented; enp-1 armed with one smooth seta; enp-2 with three smooth setae.

Maxilliped (Fig. 3G). Syncoxa with one median and two pinnate distal setae, anterior surface furnished with several rows of spinules. Basis with one median and one subdistal slender setae, anterior surface ornamented with rows of smaller, and larger spinules along inner margin. Endopod with one big smooth terminal claw and two slender setae.

P1 (Fig. 4A). Coxa ornamented with several rows of spinules on anterior surface. Basis armed with one outer pinnate spine, and furnished with few spinules at base of a straight inner pinnate spine. Exopod three-segmented; exp-1 and exp-2 armed with one outer pinnate spine each; exp-3 armed with two median smooth spines, and two inner geniculate setae. Endopod three-segmented; enp-1 very elongate, longer than the entire length of exopod, armed with one inner pinnate spine; enp-2 and enp-3 very short subequal length; enp-2 bears one inner plumose seta; enp-3 armed with one outer smooth spine (claw-like), two median setae: one geniculate and one plumose.

P2 (Fig. 4B). Coxa ornamented with several rows of spinules on anterior surface. Basis armed with one outer pinnate spine. Exopod three-segmented; exp-1 armed with one outer pinnate spine; exp-2 with one outer pinnate spine and one inner plumose seta; exp-3 with three outer spines: two pinnate and one spinulose, two median: one spinulose spine and one plumose seta. Endopod three-segmented; enp-1 and enp-2 with one plumose inner seta each; enp-3 armed with one outer spinulose spine, two median plumose setae, and one inner pectinate seta.

P3 (Fig. 5A). Praecoxa and coxa ornamented with several rows of spinules on anterior surface. Basis with one outer slender seta and some spinules at inner margin. Exopod three-segmented; exp-1 armed with one outer pinnate spine; exp-2 with one

pinnate outer spine and one inner plumose seta; exp-3 with three spines: two pinnate and one spinulose, two median plumose setae, and one inner plumose seta. Endopod three-segmented; enp-1 and enp-2 with one inner plumose seta each; enp-3 armed with one outer pinnate spine, two median plumose setae, and two inner setae: one pectinate and one plumose.

P4 (Fig. 5B). Coxa ornamented with several rows of spinules on anterior surface. Basis with one outer slender seta. Exopod slightly longer than endopod. Exopod three-segmented; exp-1 armed with one outer pinnate spine; exp-2 with one outer pinnate spine and one inner plumose seta; exp-3 with three outer spines: two pinnate and one spinulose, two median elements: one spinulose spine and one plumose seta, and two inner setae: one pectinate and one plumose. Endopod three-segmented; enp-1 and enp-2 with one inner plumose seta each; enp-3 armed with one outer pinnate spine, one median plumose seta, and two inner plumose setae.

P5 (Fig. 4C). Baseoendopod with one outer smooth seta, and bearing six elements: three innermost spinulose spines and three plumose setae. Exopod oval-shaped bears five setae: four smooth and one plumose.

P6 (Fig. 2B) represented as a rectangular extension, bearing one tiny inner smooth spine, two median unequal length setae: one pinnate and one smooth; and one outer smooth seta.

Armature formula of P1–P4 for *P. choi* sp. nov. as follows:

	Exopod	Endopod
P1	I-0; I-0; 0, II, 2	0-I; 0-1; I, 2, 0
P2	I-0; I-1; III, II, 0	0-1; 0-1; I, 2, 1
P3	I-0; I-1; III, 2, 1	0-1; 0-1; I, 2, 2
P4	I-0; I-1; III, II, 2	0-1; 0-1; I, 1, 2

### Male

Sexual dimorphism in antennule, urosomites, P1, P2, P5, and P6.

Habitus (Fig. 6A, B). Total body length 770  $\mu\text{m}$  (allotype) and resembles the female habitus.

Urosome (Fig. 7A–C) six-segmented. Urosomite-3 to somite-6 ornamented with a hyaline frill dorsally.

On the ventral side, urosomite-4 and -5 furnished with one row of small spinules each, and urosomite-5 and -6 ornamented with a hyaline frill.

Antennule (Fig. 8B) distinctly eight-segmented, the first four segments much larger than the last four segments. Two aesthetascs, the big one arising at the anterior margin of the fourth segment and the smaller one on distal segment. Each segment carries various numbers of smooth setae, except seg-4 which is furnished with one fork-tipped setule and one fork-tipped minute spinule. Armature formula: 1-(1), 2-(12), 3-(5), 4-(12 + acrothek), 5-(1), 6-(1), 7-(3), 8-(6 + acrothek). Apical acrothek consisting of an aesthetasc and one seta.

Rostrum (Fig. 8A), Antenna (Fig. 8C), Mandible (Fig. 8D), Maxillule (Fig. 8E), Maxilla (Fig. 8F), and Maxilliped (Fig. 8G) as in female.

P1 (Fig. 9A) as in female, except basis with an ovate knob at inner edge, and enp-1 almost as long as the entire length of exopod.

P2 (Fig. 9B) praecoxa and coxa ornamented with several rows of spinules on anterior surface. Basis armed with one pinnate outer spine. Exopod three-segmented; exp-1 armed with one outer pinnate spine; exp-2 armed with one outer pinnate spine and one inner plumose seta; exp-3 with two outer pinnate spines, two median spinulose spines, and one inner plumose seta. Endopod two-segmented; enp-1 bigger than that of female, with one inner plumose seta; enp-2 transformed into a large, strong, smooth, slowly curved and tapering attenuation with two central ridges, bearing one medially directed knob close to enp-1. At the base of this knob arise three unequal length plumose setae.

P3–P4 (Fig. 10A, B) as in female.

P5 (Fig. 9C). Baseoendopod large with one outer slender seta, bearing two inner complex spinulose spines. Exopod armed with two outer smooth spines, one median smooth seta, and two inner elements: one smooth seta and one complex spinulose spine.

P6 (Fig. 7B) represented on the ventral side of urosomite-3. Each leg armed with one outer tiny seta, one median long seta, and one inner spinule.

#### Description of naupliar stages

Individuals of all six naupliar stages of *P. choi* sp. nov. are benthic, and crawl on surfaces. Nauplii are

flat and unpigmented but bear a median red eye (Figs. 11, 12, 13, 14).

Nauplii broadly oval in outline. Width twice the length in early stages. The nauplii dorsoventrally flattened. A red nauplius eye located between the bases of antennules (but not figured since it loses color after embedding).

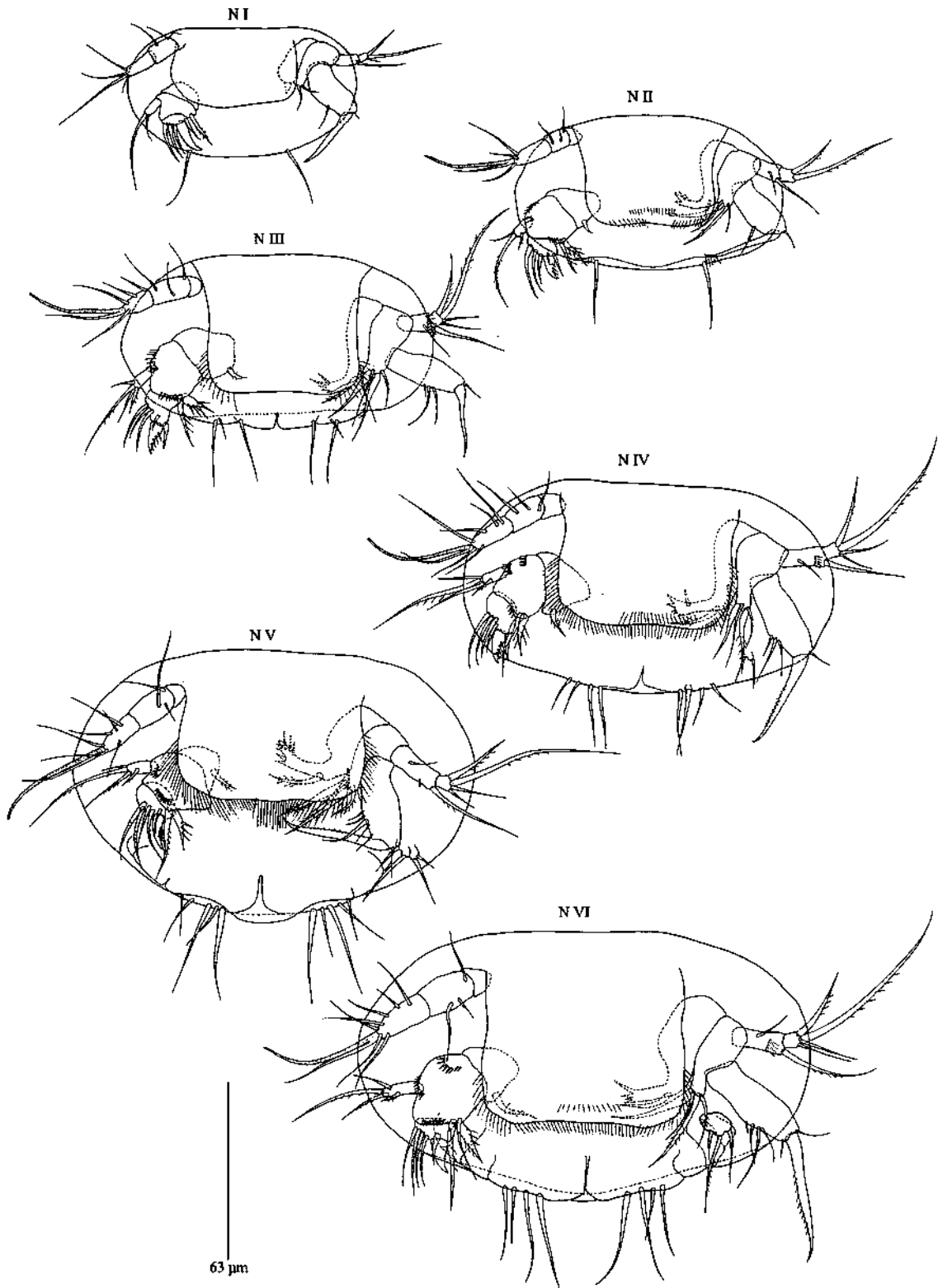
#### Nauplius I

Length of dorsal shield 45  $\mu\text{m}$ , width 83  $\mu\text{m}$ . N I completely covered by a dorsal nauplius shield (Fig. 11). Exoskeleton appears to be thin and fragile. A suture visible, marking the boundary between cephalon and hind-body. Labrum bare of ornamentation and wider than long, arising near anterior margin of body, between bases of first antennae, extending caudally about half-way back across ventral surface. The body lacks ornamentation ventrally. One single short seta arising from a small papilla on each side of anal area.

Antennule three-segmented and rather short, extending laterally only slightly beyond lateral margin of the nauplius shield (Fig. 12). Segment-1 shortest and without armature. Segment-2 bears two anterior setae arising from a raised area. Segment-3 bears one seta on outer edge, one inner terminal seta, one terminal aesthetasc, and one seta, the latter both sharing a common base. All setae unfurnished.

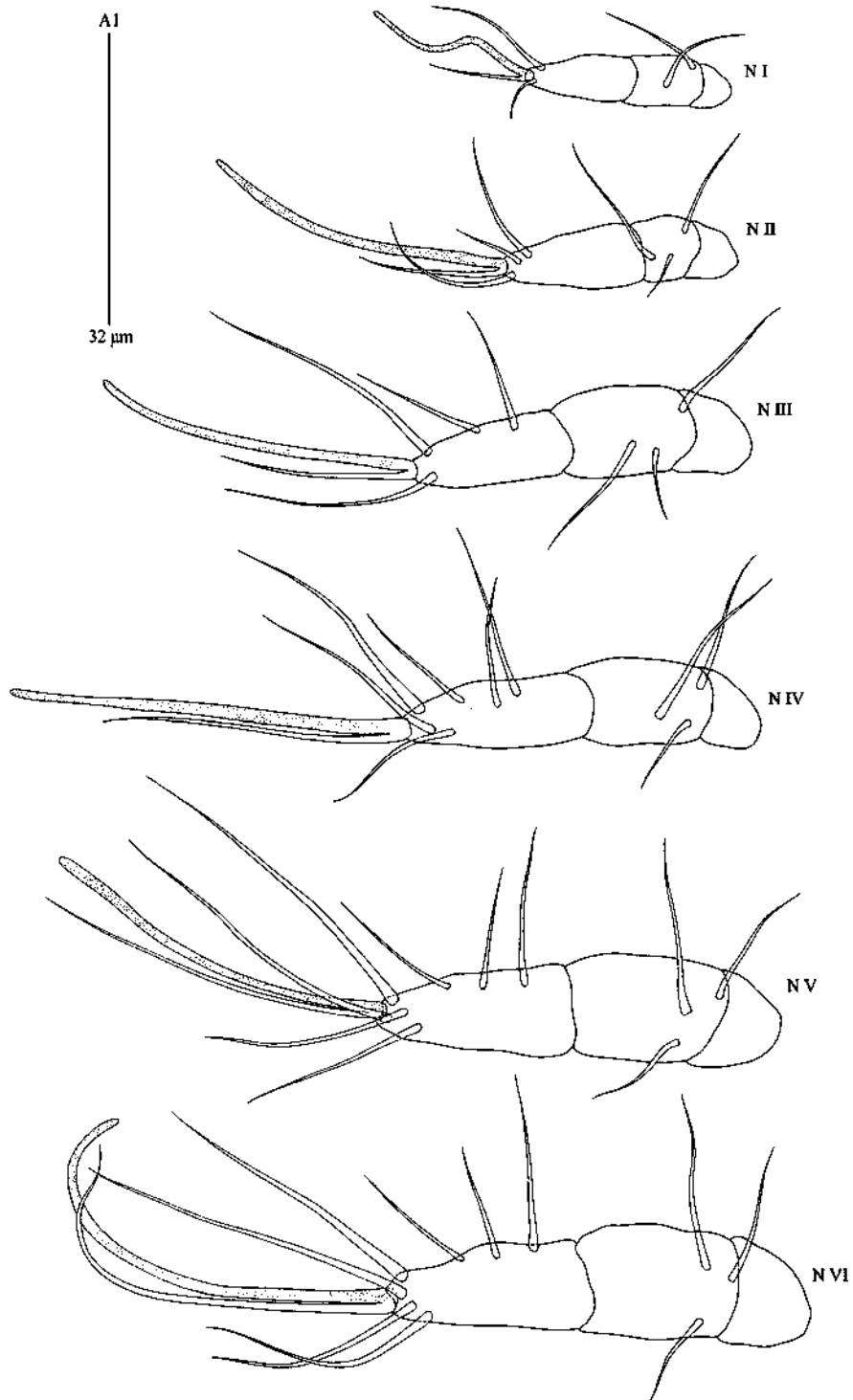
Antenna bears coxa, basis, one-segmented endopod, and two-segmented exopod (Fig. 13). The coxa shows a short prognathobase. The basis forms a protuberance on inner side with one large spinulose seta. The endopod carries one stout claw terminally that extends medially; one outer setule originates at base of claw and one smaller seta develops midlength at inner border. Exopodal segment-1 carries one long spinulose seta and one small seta midlength; segment-2 carries one stout spine, furnished with heavy spinules and one long spinulose seta.

Mandible consists of coxa, basis, one-segmented endopod, and one-segmented exopod (Fig. 14). Coxa with one short seta medially on inner edge. Basis with two short medial spines on inner edge and one row of spinules extending around outer edge of distal half. Endopod carries two claw-like spines extending medially and one row of anterior spinules at base. Outer lateral endopodal lobe with three stout setae.

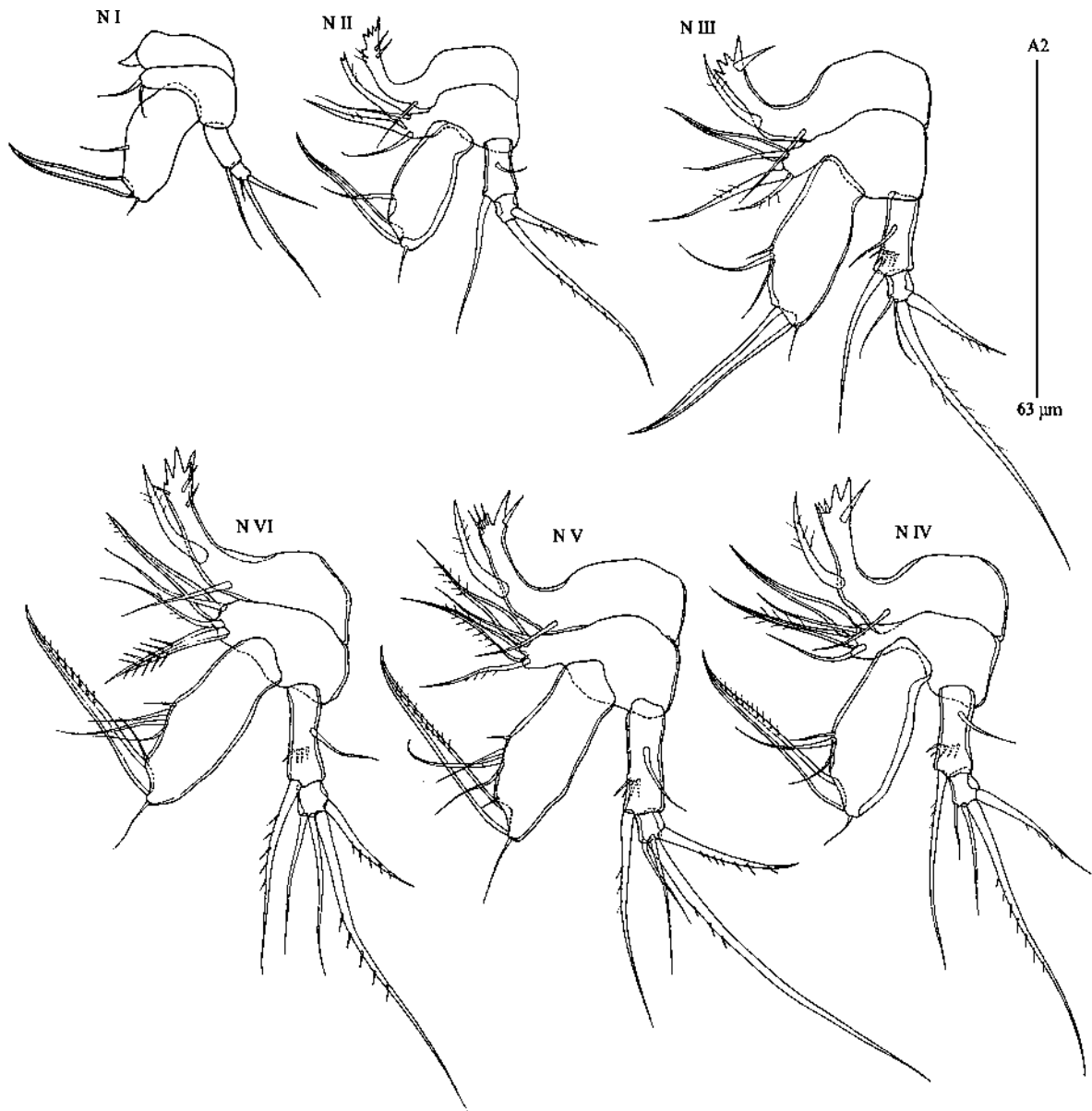


**Fig. 11** *Paramphiascella choi*. Naupliar stages I to VI in ventral view





**Fig. 12** *Paramphiascella choi*. Development of the naupliar right first antenna of naupliar stages I to VI in anterior view



**Fig. 13** *Paramphiascella choi*. Development of the naupliar left second antenna of naupliar stages I to VI in anterior view

Exopod carries one long spinulose seta, one smaller seta terminally and one more stout, anterior, subterminal seta.

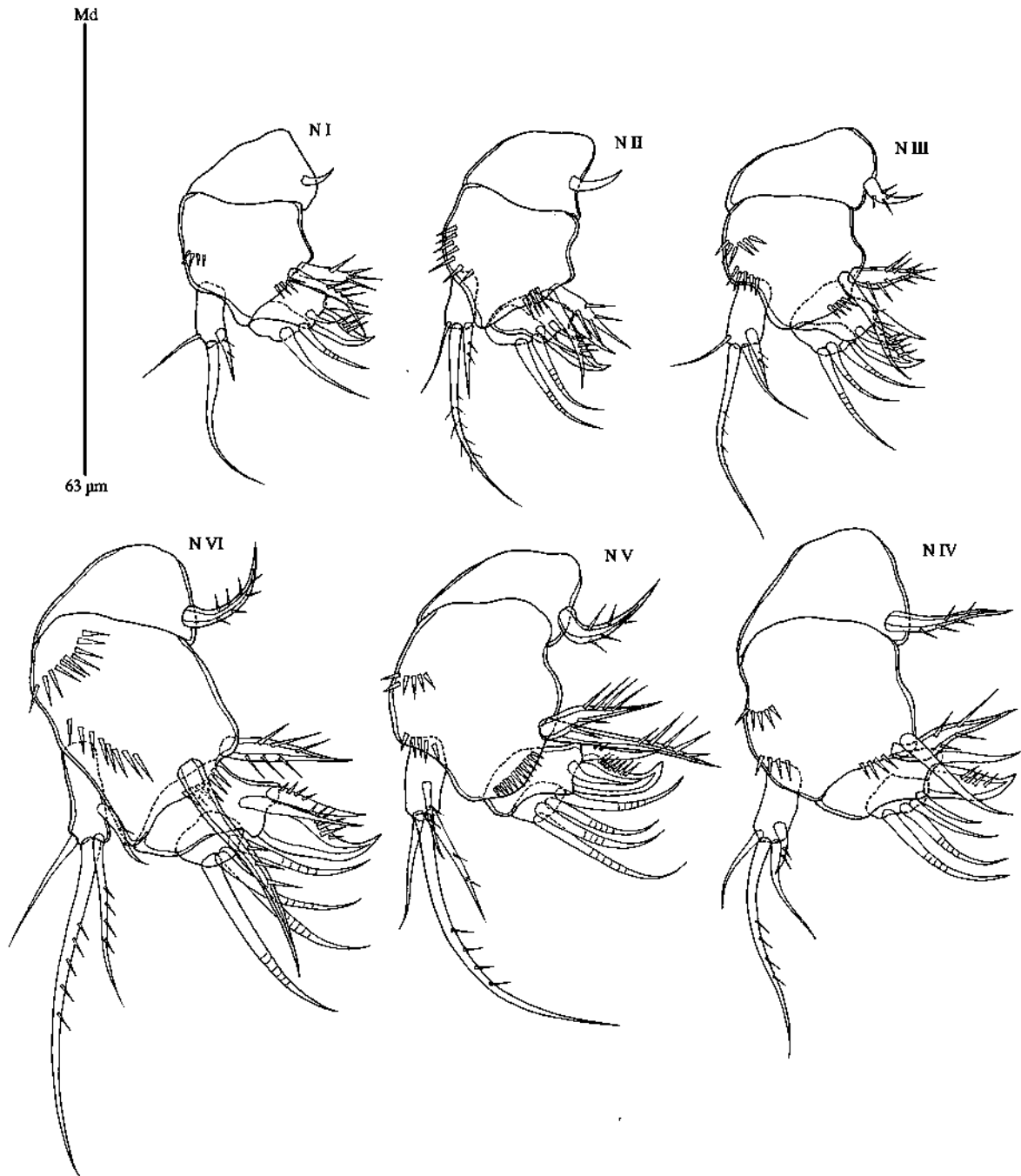
#### Nauplius II

N II differs from N I as follows: length of dorsal shield 57  $\mu\text{m}$ , width 96  $\mu\text{m}$  (Fig. 11); Exoskeleton more heavily chitinized than at N I. Labrum furnished with a double row of several hairy spinules along its

free edge; In addition to a single seta at the hind-body an outer group of 5–8 long, hairy spinules is present.

Antennule with a third seta on segment-2 (Fig. 12). One additional fourth seta appears on inner terminal corner of antennular segment-3.

Antenna develops a functional gnathobasal endite on coxa that reaches underneath the labrum (Fig. 13). It bears one seta at base, one stout projection on outer edge that furnished with long spinules and several spinules at its tip. The basal spine bears an anterior



**Fig. 14** *Paramphiascella choi*. Development of the naupliar left mandible of naupliar stages I to VI in anterior view

crest of spinules. A second spine and two additional setae develop.

Mandibular basis with two rows of spinules: one row proximal to the base of the exopod and another

row running from above endopodal base to proximal of the medial spines (Fig. 14); Endopod bears one setule between two terminal claws; Outer lobe bears five setae.

### Nauplius III

N III differs from N II as follows: length of dorsal shield 63  $\mu\text{m}$ , width 115  $\mu\text{m}$ . Hind-body elongate with three additional setae (= 4 in total) on either side; Antennule with one additional proximal seta on terminal segment (Fig. 12).

Antenna gnathobase with one stout, spinulose spine arising at its most caudally extending part, reaching medially along gnathobase almost to its tip (Fig. 13). Endopod bears two additional setae midlength. Exopod bears one fine setule row at base of exopod and two fine setae at tip of exopod segment-2.

### Nauplius IV

N IV differs from N III as follows: body length 76  $\mu\text{m}$ , body width 135  $\mu\text{m}$  (Fig. 11); Antennule bears a second seta midlength on terminal segment (Fig. 12); First maxilla appears as a bilobed bud, proximal lobe with three setae (Fig. 11).

### Nauplius V

N V differs from N IV as follows: dorsal shield 97  $\mu\text{m}$  in length and 148  $\mu\text{m}$  in width (Fig. 11); Antenna with two additional small setae at inner endopodal edge (Fig. 13); Outer spinules of exopod arranged in three spinule rows; First maxilla bears a second seta on distal lobe; all four setae of this appendage spinulose (Fig. 11).

### Nauplius VI

N VI differs from N V as follows: length of dorsal shield 98  $\mu\text{m}$ , width 165  $\mu\text{m}$ ; Posterior edge of hind-body with prominent indentations (Fig. 11); Chitinous lobe caudal to first maxilla represents either second maxilla or maxilliped; Two new lateral sutures visible on either side of hind-body represent buds of leg 1 and leg 2; Antennule, antenna, mandible, and first maxilla unchanged (Figs. 12, 13, 14).

### Key to naupliar stages of species belonging to *Paramphiascella choi* sp. nov

1. Almost circular in shape; first maxilla not indicated	N I
More than two setae on Segment-2 of antennule	2
2. One caudal seta on each side	N II
More than one caudal seta on each side	3
3. Three caudal setae	N III
More than three caudal setae	4
4. Four caudal setae on each side, first maxilla present as lobe with four setae	N IV
Five caudal setae on each side	N V
5. Leg 1 indicated as abdominal fold	N V
Leg 1 and leg 2 indicated as two abdominal folds	N VI

### Discussion

Since the important study of Dussart (1984) on the description of a male *Paramphiascella aquaedulcis* Dussart 1984 from Venezuela's freshwater, there was no new species to be added to be published in this genus. It might be because the differences between species of *Paramphiascella* are very small. However, the armature of abdominal somites are important characters for species identification Lang (1948). Later Vervoort (1962) pointed out that the typical structure of male P2, especially for enp-2 provide a taxonomic distinction. Marcotte (1974) mentioned that the rami of female P5 of all members of the genus *Paramphiascella* are separate and bear five setae each (except *P. fourei* Bodin 1968, the description of which may have been based on an immature specimen).

Lang (1965) reported that *P. xiphophora* Lang 1965 was closely related to *P. brucei* (T. Scott & A. Scott 1901) which is furnished with a stout and moderately long, lancet-shaped, terminal attenuation, in addition to a few hairs. Later Por (1973) concluded that *P. sirbonica* Pore, 1973 seems most similar to *P. langi* (Monard 1936), except the principal terminal setae on the caudal ramus of *P. langi* that are highly modified. Then, Rosenfield & Coull (1974) presented that *P. fulvofasciata* Rosenfield & Coull 1974 is almost identical to *P. pacifica*, except in the male P2

enp. Marcotte (1974) concluded that *P. coulli* Marcotte 1974 is most closely related to *P. xiphophora* and *P. fulvofasciata*.

Both genders of the new species *P. choi* were collected from the green alga *E. clathrata* in Rayong province, Thailand. It shares some characters with other conspecifics: (a) rostrum not bifid, A1 8-segmented with aesthetascs on fourth and eighth segments; (b) A2 exp three-segmented; (c) P1 enp-1 as long as the entire length of exopod; (d) caudal rami twice as long as wide, and seta V not modified; (e) urosomites furnished with hyaline frills; and (f) P5 rami separate. However, *P. choi* sp. nov. shows some unique morphology differing from other *Paramphiascella* species as follows: (a) female mandible with coxal gnathobase bearing one small hollow tube in both genders; (b) specific structure on the genital field in female; (c) male P1 basis bears one inner ovate-knob; (d) male P2 basis bears one inner ovate-knob, enp-2 transformed into a large, strong, smooth, slightly curved and tapering attenuation with two central ridges, bearing one medially directed knob close to enp-1. At the base of this knob arise three unequal length plumose setae. *P. choi* sp. nov. is most similar to *P. fulvofasciata* in general body shape, rostrum not bifid, A2 exp three-segmented; and structural details of male P1 and male P2; but shows difference in female P5 baseoendopod with six elements instead of five setae, and structure of male P6.

#### Intergeneric comparison within the Miraciidae

The postembryonic development of the genus *Paramphiascella* is less studied, although an excellent study is known from Rosenfield (unpubl.) and Rosenfield & Coull (1974) on *Paramphiascella fulvofasciata* collected from the Atlantic coast of Massachusetts. Later the development of the same species was studied and compared by Dahms (1986, 1987) with that of a population from the North Sea. In his thesis, Rosenfield also provided some drawings of the nauplius of *Amphiascus minutus* and stated that together with the nauplii of the following species, it generally resembles those of *P. fulvofasciata* both in shape and presumably (for it is not mentioned throughout) also in sideways locomotion: *Robertgurneya erythraeus*, *Robertsonia propinqua*, *Amphiascoides debilis*, and *Schizopera knabeni*.

However, Rosenfield has not mentioned nor described miraciids (Boxshall & Halsey, 2004) with elongated nauplii. Such a nauplius has earlier only been described by Claus (1863) who studied a single nauplius of *Amonardia normani* (syn. *Dactylopus strömii*).

All naupliar stages of *Paramphiascella* spp. are foreshortened, and in contrast to most other crustacean and copepod nauplii move sideways on the substrate and are not able to swim. Larval forms of similar foreshortened shape, crab-like locomotion and the inability to swim are common for *A. debilis*, *A. minutus*, *A. parvus*, *A. propinquus*, *Amphiascella nana*, *Paramphiascella vararensis*, *Schizopera clandestina*, and *Paramphiascopsis longirostris*.

The nauplius of yet another genus is strictly benthic, foreshortened in shape, and moving sideways as well. These are the nauplii of *Stenhelia* (*D.*) *palustris*. According to Dahms et al. (2005) these larvae do possess lateral protuberances of the nauplius shield (Table 1). The ventral body wall is represented by a medial spinule field beneath the caudal edge of the labrum. The antennal masticatory process is widened distally and is provided with a proximal seta, a stout inner projection split into two tapering halves bearing two setules which extend far up under the labrum toward the mouth opening. The endopod is disproportionately reduced in size bearing two setae midlength, one short terminal claw-like seta, and one taller seta at outer base are of similar length. The mighty exopod is three-segmented. Mandible with remarkably large, flattened scapula-like basis and heavily chitinized and strong exopod. Coxa bears one tall seta. Basis bears two longer and one shorter setae. Endopod arises from inner proximal portion of basis and bears on terminal process two spines: spinulose on inner margin, and one small anterior seta at their base. On outer lateral field, there is one strong inner seta and two small outer setae. Exopod rectangular, emarginates to a spiniform process at the outer distal corner which is covered with strong spinules at the outer anterior margin. Terminally it bears two articulating elements of peculiar morphology: a geniculate seta, spinulose distally with bulb-like base, and an outwardly curved and subchelately articulating spine.

Most publications on diosaccid development consider the nauplii of *Stenhelia* (*D.*) *palustris*. The first author to describe exuviae of this species as

**Table 1** Intergeneric comparison among the Miraciidae (nauplii of *Paramphiascella choi* sp. nov. with those of *Stenhelia* and *Pseudostenhelia*—cf. Dahms et al., 2005)

Character	<i>Paramphiascella choi</i> sp. nov.	<i>Pseudostenhelia</i> spp.	<i>Stenhelia</i> spp.
Body	No protuberances	The lateral edge of the nauplius shield bears protuberances	As in <i>Pseudostenhelia</i>
A1	Terminal seta eight times as long as terminal third segment	Terminal seta three times as long as terminal third segment	Terminal seta as long as third segment
A2	enp middle four setae all of unequal size	enp middle two of four setae much longer	enp middle four setae of similar size
Md	Not of unique shape	Unique in shape and orientation	As in <i>Pseudostenhelia</i>
Cur	Inner two caudal setae longer than outer two setae	Caudal setae of similar size	Inner caudal seta half the size of outer caudal seta

“Nauplius pagurus” was Apstein (1908). Purasjoki (1945) described the nauplius of the same species although he supposed it to be a harpacticoid larva. Delamare-Deboutville (1960) was the first to show that this larva belongs to *St. (D.) palustris*. Bresciani (1961) provided a description of about two stages of this species including the observation of its helicoidal but sideways locomotion. Lorenzen (1969) has shown that all the developmental stages are able to build mucoid tubes in the mud and live in them.

For an intergeneric study, Dahms (1990) compared the N VI of foreshortened nauplii of *P. fulvofasciata* and *Amphiascus propinquus* with elongate nauplii of *Amphiascopsis* sp. and *A. normani* and with N II of *Stenhelia (D.) palustris*. In the following, characters of N II of *St. (D.) palustris* are only used when they are stage independent as deduced by comparison with other harpacticoid nauplii.

Most striking differences exist between foreshortened and elongate nauplii: endopodal claw of the second antenna bears three small setae at base at N VI of *P. fulvofasciata* and *A. propinquus*, whereas there are only two in *Amphiascopsis* sp. and *A. normani*. Foreshortened nauplii have one-segmented mandibular exopods in the foreshortened nauplii in contrast to two-segmented ones in the elongate group of nauplii, and the Anlagen of legs 1 and 2 at N VI as lateral sutures in *Paramphiascella* spp. and more deeply cleft folds in *A. propinquus*, but armed with one terminal spine only. In the elongate nauplii, those are bilobed lateral flaps armed with 3–4 spinulose setae.

Particular characters similar to species with elongate nauplii according to Dahms (1990) are as follows: an outer transverse crest of strong spinules on segment-1 of the antennal exopod, a blunt-shaped

outer spine on the terminal process of the mandibular endopod furnished with a fan of strong spinules. As this combination of structures has not been observed in other harpacticoids, it may indicate a close relationship of *Amphiascopsis* and *Amonardia*.

On the other hand, *P. fulvofasciata* and *A. propinquus* share the following characters (Dahms, 1990): an almost identical masticatory process, a spinulose seta of the mandibular coxa, and reduced Anlagen of legs 1 and 2.

Dahms (1990) concluded that *Stenhelia (D.)* represents a most deviating third group of larvae within the Miraciidae. Their nauplii have naupliar shields bearing two protuberances on either side, masticatory processes are peculiarly fan-shaped distally, antennal exopods are strongly developed, three-segmented, and upwardly curved; whole mandible is of peculiar shape (basis, endopod, and exopod), mandibular basis bears two setae at N II at least as in most other harpacticoids, outer lateral field of mandible bears one remarkably strong spinulose spine, and three distal exopodal setae of mandibular exopod are of peculiar structure.

**Acknowledgments** This research is supported by the National Research Council of Thailand (NRCT) and Ramkhamhaeng University (RU). The authors would like to thank Drs. Hans-U. Dahms and Frank D. Ferrari for their amendments to the manuscript, and further thanks to anonymous reviewers for their critical comments and improvements.

## References

- Alekseev, V. R., 2002. Copepoda. In Fernando, C. H. (ed.), A Guide to Tropical Freshwater Zooplankton Identification, Ecology and Impact on Fisheries. Backhuys Publishers, Leiden: 123–188.

- Apstein, C., 1908. Nauplius pagurus. In Die Beteiligung Deutschlands an Internationalen Meeresforschung/IV/V Jahresbericht. Berlin: 55–58.
- Bodin, P., 1968. Copépodes harpacticoides des stages bathyal et abyssal du Golfe de Gascogne. Mémoires du Museum National d' Histoire Naturelle 55A: 1–107.
- Boxshall, G. A. & S. H. Halsey, 2004. An Introduction to Copepod Diversity, 2 Vols. The Ray Society, London: 966.
- Bresciani, J., 1961. Some features of the larval development of *Stenhelia (Delavalia) palustris* Brady, 1868 (Copepoda: Harpacticoida). Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening 123: 237–247.
- Claus, C., 1863. Die freilebenden Copepoden mit besonderer Berücksichtigung der Fauna Deutschlands, der Nordsee und des Mittelmeeres. Wilhekm Engelmann Verlag, Leipzig: 1–230.
- Dahms, H.-U., 1986. Zur Biologie von *Paramphiascella fulvofasciata* (Copepoda, Harpacticoida). Helgoländer Meeresunters 40: 267–277.
- Dahms, H.-U., 1987. Die nauplius-stadien von *Bryocamptus pygmaeus* (Sars, 1862) (Copepoda, Harpacticoida, Canthocamptidae). Drosera 87: 47–58.
- Dahms, H.-U., 1990. Naupliar development of Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) and its significance for phylogenetic systematics. Mikrofauna Marina 6: 169–272.
- Dahms, H.-U., 2000. Phylogenetic implications of the Crustacean nauplius. Advances in copepod taxonomy. Hydrobiologia 417: 91–99.
- Dahms, H.-U., N. Schizas & T. Shirley, 2005. Naupliar evolutionary novelties of *Stenhelia peniculata* (Copepoda, Harpacticoida) from Alaska affirming taxa belonging to different categorial rank. Invertebrate Zoology 2: 1–14.
- Dahms, H.-U., S. Chullasorn, P. Kangtia, F. D. Ferrari & J.-S. Hwang, 2007. Naupliar development of *Tigriopus japonicus* Mori, 1932 (Copepoda: Harpacticidae). Zoological Studies 46(6): 746–759.
- Delamare-Deboutteville, C., 1960. Biologie des eaux souterraines littorales et continentales. Hermann, Paris: 1–740.
- Dussart, B. H., 1984. Some Crustacea Copepoda from Venezuela. Hydrobiologia 113: 25–67.
- Ferrari, F. D. & H.-U. Dahms, 2007. Postembryonic development of the Copepoda. Crustaceana Monographs 8: 1–232.
- Lang, K., 1948. Monographie der Harpacticiden. 2 Vols. Hakan Ohlssons, Lund: 1682.
- Lang, K., 1965. Copepoda Harpacticoida from the Californian Pacific Coast. Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar 10(2): 1–560.
- Lorenzen, S., 1969. Harpacticoiden aus dem lenitischen Watt und den Salzwiesen der Nordseeküste. Kieler Meerforschung 25(1): 215–223.
- Marcotte, B. M., 1974. Two new harpacticoid copepods from the North Adriatic and a revision of the genus *Paramphiascella*. Zoological Journal of the Linnean Society 55(1): 65–82.
- Monard, A., 1936. Note préliminaire sur la faune des harpacticoides marines d' Alger. Bulletin Station d'Aquiculture et de Peche de Castiglione 1935(1): 47–85.
- Por, F. D., 1973. The benthic Copepoda of the Sirbonian Lagoon (Sabkhat El Bardawil). Cahiers de Biologie marine 14: 89–107.
- Purasjoki, K. J. 1945. Qualitative Untersuchungen Über die Mikrofauna des Meeresbodens in der Umgebung der Zoologischen Station Tvärminne an der Südküste Finnlands. Societas Scientiarum Fennica Commentationes Biologicae 9(14): 1–24.
- Rosenfield, D. C. & B. C. Coull, 1974. Adult morphology and larval development of *Paramphiascella fulvofasciata* n. sp. (Copepoda, Harpacticoida). Cahiers de Biologie Marine 15(2): 295–317.
- Scott, T. & A. Scott, 1901. On some *Entomostraca* collected in the Arctic Seas in 1898 by William S. Bruce, F.R.S.G.S. Annals and Magazine of Natural History 8(7): 337–356.
- Vervoort, W., 1962. Report on some Copepoda collected during the Melanesia Expedition of the Osaka Museum of Natural History. Publication of the Seto Marine Biological Laboratory 10: 393–470.

# A new species of *Tigriopus* (Copepoda, Harpacticoida, Harpacticidae) from Thailand with the description of its naupliar development

Supawadee Chullasorn · Viatcheslav N. Ivanenko ·  
Hans-U Dahms · Pawana Kangtia · Wan-Xi Yang

Received: 11 December 2008 / Revised: 19 February 2011 / Accepted: 16 March 2011 / Published online: 5 April 2011  
© Springer-Verlag and AWI 2011

**Abstract** Both genders of *Tigriopus thailandensis* sp. nov. are described from a laboratory stock raised from individuals collected from the seaweed *Enteromorpha clathrata* in Thailand (Bangsaen Beach, Chonburi Province). *Tigriopus thailandensis* sp. nov. shares with its closest relative *T. japonicus* Mori, 1932 two setae on the third exopodal segment of leg 4 while other congeners bear 3 inner setae. However, allobasis and exopod of antenna in both genders are much more slender and elongate than in *T. japonicus*. All six naupliar stages of *T. thailandensis* are described from the offspring of isolated females. In comparison with nauplii of *T. japonicus*, *T. thailandensis* nauplii are characterized by the following: a smaller body size throughout the naupliar phase; first antennular segment without seta, second antennular segment with only one small seta plus two longer setae; third antennular segment

with additional spinules from naupliar stage II onwards; antenna bears three small spinules on the terminal exopodal segment; one additional seta on the anterior surface of the antennary basis, tubular endopod of antenna with one tiny seta midlength at naupliar stage III that increases in size; mandibular basis with several spinules on anterior surface; mandibular coxa with one spinulose seta that is smooth in *T. japonicus*.

**Keywords** Zoosystematics · Species description · External morphology · Naupliar development · Larval stages · Evolution · Harpacticidae · Thailand

## Abbreviations

Enp (Exp) I	First segment of endopod (exopod)
1–4 + Ae	Example of antennular/antennary armature corresponding to 1 seta on first and 4 setae plus 1 aesthetasc on second segment
N I and N VI	Naupliar stages I and VI, respectively

Communicated by Peter Funch.

S. Chullasorn · P. Kangtia  
Faculty of Science, Ramkhamhaeng University,  
Bangkok 10240, Thailand

V. N. Ivanenko  
Department of Invertebrate Zoology, Biological Faculty,  
Moscow State University, Moscow 119899, Russia

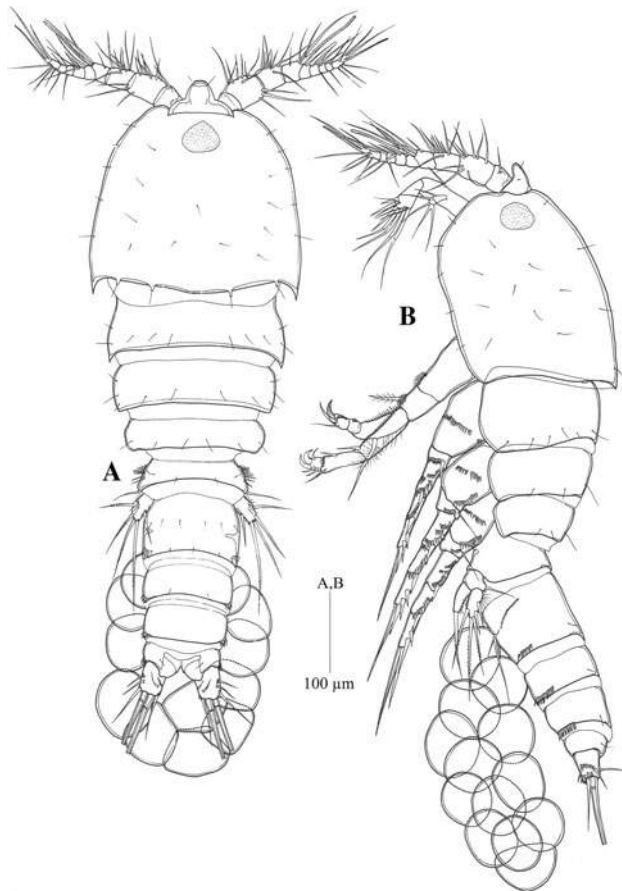
H.-U. Dahms (✉)  
Green Life Science Department, College of Natural Science,  
Sangmyung University, 7 Hongij-dong, Jongno-gu,  
Seoul 110-743, South Korea  
e-mail: hansdahms@smu.ac.kr

W.-X. Yang (✉)  
The Sperm Laboratory, College of Life Sciences,  
Zhejiang University, Zi Jin Gang Campus,  
310058 Hangzhou, Zhejiang, China  
e-mail: wxyang@spermlab.org

## Introduction

The worldwide distributed genus *Tigriopus* Norman, 1869, consists of 11 valid species (Wells 2007) that are characterized by their high resistance to changes in temperature, salinity, and oxygen and inhabit supralittoral rockpools (see McAllen and Block 1997; McAllen et al. 1998; McAllen 1998, 1999). Copepods of the genus *Tigriopus* became a focal point of several in-depth studies, e.g., its ecotoxicology reviewed by Raisuddin et al. (2007), its field ecology (Dethier 1980), life history (Koga 1970), external and internal anatomy (Itô 1973; Dahms et al. 2007), chemical

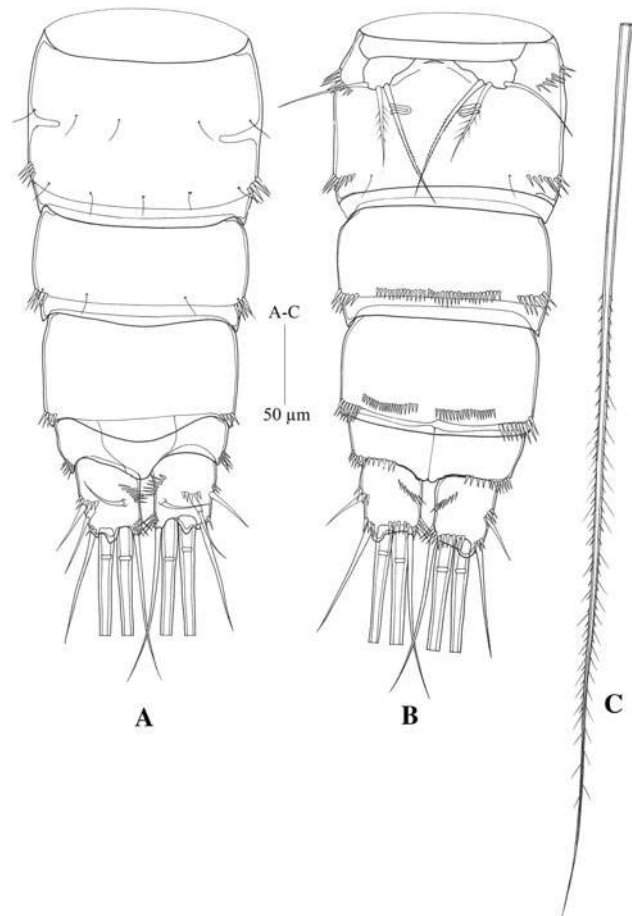




**Fig. 1** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Female. **a**, habitus, dorsal view; **b**, habitus, lateral view

ecology (Kelly and Snell 1998), and genetics of adaptation (Davenport et al. 1997; Burton et al. 1999). Other areas of research are represented by genomics in general (Machida et al. 2002; Kim et al. 2003; Lee 2003; Lee et al. 2005; Jung et al. 2006), medicine-related genetics (Kim et al. 2004), and the genetics of populations (Edmands and Burton 1998; Edmands 1999). The life cycles of *Tigriopus* spp. have been studied by Guiglia (1926), Fraser (1936), and Shaw (1938). Nauplii of *T. fulvus* have been described by Igarashi (1963), and nauplii of *T. japonicus* Mori 1932 were described by Dahms et al. (2007).

Nauplii can play significant ecological roles due to their abundances and variety (Alekseev 2002). However, life-history studies in the field and investigations into stage-specific phenomena in the laboratory are hampered by the lack of descriptive information as well as keys for identification (Dahms 1993; Dahms et al. 2006; Ivanenko et al. 2008). Much rearing and descriptive work has to precede any attempt to tackle ontogeny-related problems. Although there are some naupliar studies dealing with the postembryonic development of *Tigriopus* (Igarashi 1963; Itô 1970; Dahms 1990, 1993), an update is provided with the present



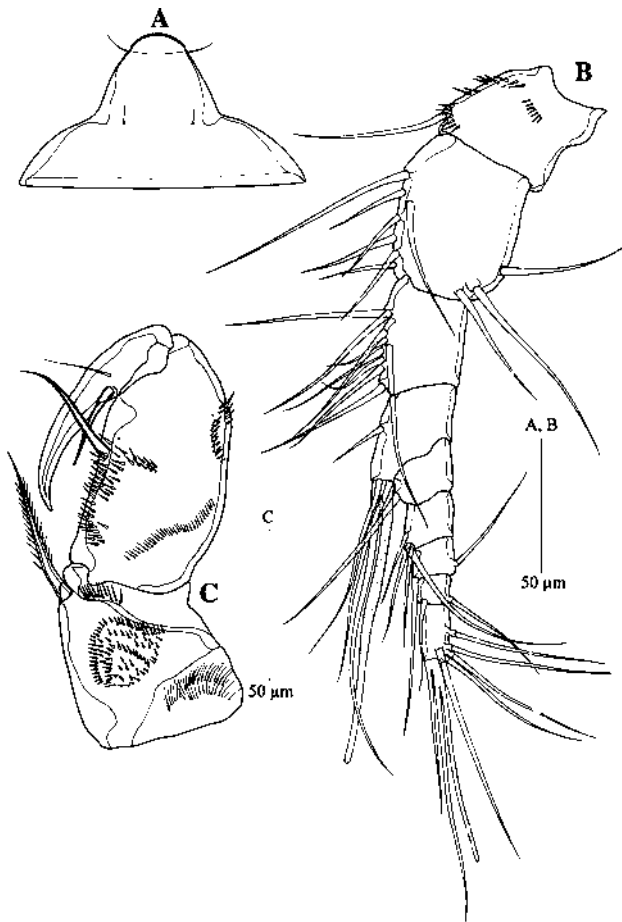
**Fig. 2** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Female. **a**, urosome, dorsal view; **b**, urosome, ventral view. **c**, terminal seta of caudal ramus

new species described here. Here, we provide a morphological description of adults of both genders and the nauplii of *Tigriopus thailandensis* sp. nov.

## Materials and methods

Adults of *T. thailandensis* sp. nov. were collected during low-tide at sandy Bangsaen Beach, Chonburi Province, Thailand (13°19'N, 100°54'E). Different developmental stages of *T. thailandensis*, including ovigerous females, were washed out from thalli of the alga *Enteromorpha clathrata*. The residue containing ovigerous females was subsequently decanted over a 50-μm mesh screen. Adults were rinsed into smaller bowls for transport to the laboratory. Cultivation was carried out in glass dishes as described in detail by Dahms et al. (2007).

Specimens were washed in filtered seawater and fixed in 4% seawater–formaldehyde. The stages were subsequently embedded in glycerol. Body measurements of nauplii were taken from the frontal portion of the naupliar shield to the caudalmost protrusion of the hindbody (length) and the



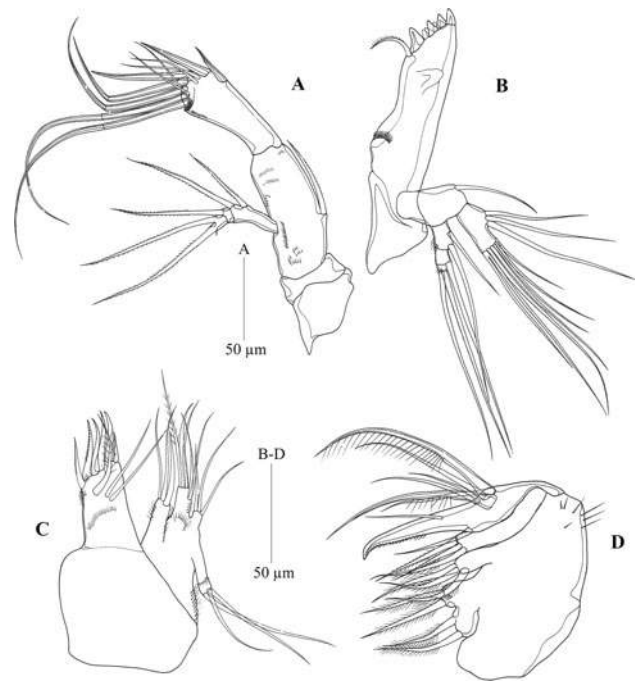
**Fig. 3** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Female. **a**, rostrum, dorsal view; **b**, left first antennule; **c**, maxilliped; **b** and **c**—anterior view

widest lateral tips of the naupliar shield (width); only specimens drawn were considered for length measurements. Two to five specimens per stage were used for the investigation of stage-specific variability. The developmental stages used in the present study represent the offspring of exclusively single-female cultures. Other details and descriptive terminology of nauplii follow Dahms et al. (2007).

**Type material** The type material has been deposited in the National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D.C.: the dissected female holotype (USNM 1115488), the dissected male allotype (USNM 1115489), 1 female paratype (USNM 1115490), and 1 male paratype (USNM 1115491). The type material was collected on December 23, 2006, in Chonburi Province, Thailand.

### Descriptive part

Order Harpacticoida Sars, 1903  
Suborder Oligoarthra Lang, 1944



**Fig. 4** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Female. **a**, left antenna; **b**, mandible; **c**, first maxilla; **d**, second maxilla; **b–d**—posterior view

Family Harpacticidae Dana, 1846

Genus *Tigriopus* Norman, 1869

*Tigriopus thailandensis* sp. nov.

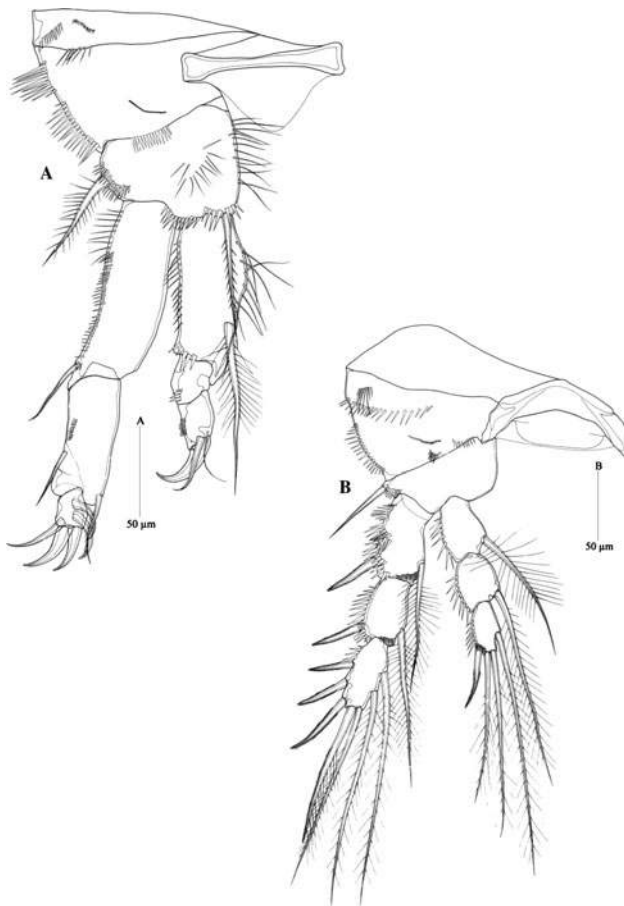
**Etymology** The species name refers to the country where this new species was found.

**Distribution** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. was associated with a green alga, *Enteromorpha clathrata* attached to an old big plastic bag collected during low-tide at Bang Saen sandy beach in Chonburi Province, Thailand (13°19'N, 100°54'E).

### Adult female and male

Female (Figs. 1, 2, 3, 4, 5, 6)

Total length of holotype female 0.93 mm; paratype, total length 0.98 mm, measured from tip of rostrum to posterior margin of caudal ramus. Body (Fig. 1a, b) orange in color, compact, ornamented with sensillae. Cephalosome as long as succeeding separate 4 somites of prosome combined, with well-developed rostrum; cephalothorax and first pedigerous somite separate (Fig. 1a, b). Urosome (Fig. 2a, b) slightly tapering posteriorly. Rostrum (Fig. 3a) as long as first segment of antennule, rounded at tip, and with a pair of sensilla at the tip. Labrum prominent, with 4 spiniform processes and many hairs at the apical edge. Genital double



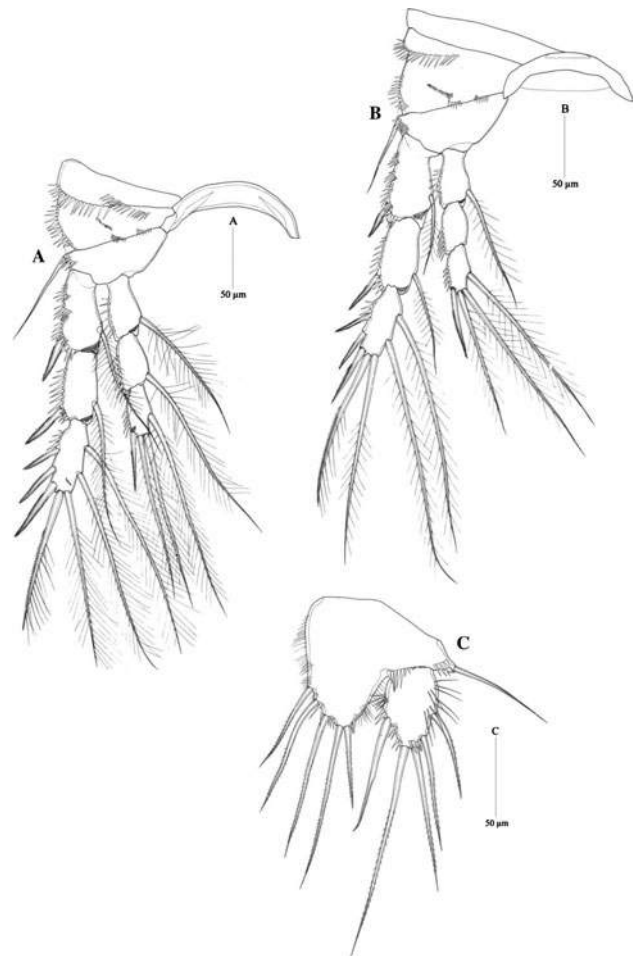
**Fig. 5** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Female. **a**, right leg 1; **b**, right leg 2. Posterior view

somite (Fig. 2b) with 2 oblique spinular rows on the outer and inner corner on ventral surface.

Urosome (Fig. 2a, b) 6-segmented, comprising P5-bearing somite and 3 abdominal somites ornamented with short oblique rows of spinules on distal corner dorsally and ventrally of each somite. Second urosomite furnished with more sensillae in dorsal view. Genital double-somite with leg 6, genital field indistinct with 2 small copulatory apertures ventrally. Third to fifth urosomal somites ornamented with 1 row of minute spinules along posterior margin. Caudal ramus as wide as long, principal terminal caudal seta longer than length of urosome (Fig. 2c).

Antennule (Fig. 3b) 9-segmented. Second segment largest. Fourth and terminal segment with 1 large and 1 small aesthetasc, respectively. Length of two proximal segments as that of five apical segments combined. Armature formula: 1–10–9–4 + Ae.–1–4–2–2–7 + Ae.

Antenna (Fig. 4a): pre-antennary sclerite and coxa bare. Endopod 2-segmented: first segment of allobasis with 1 seta on middle of anterior edge and furnished with rows of minute spinules on the surface; second segment endopod



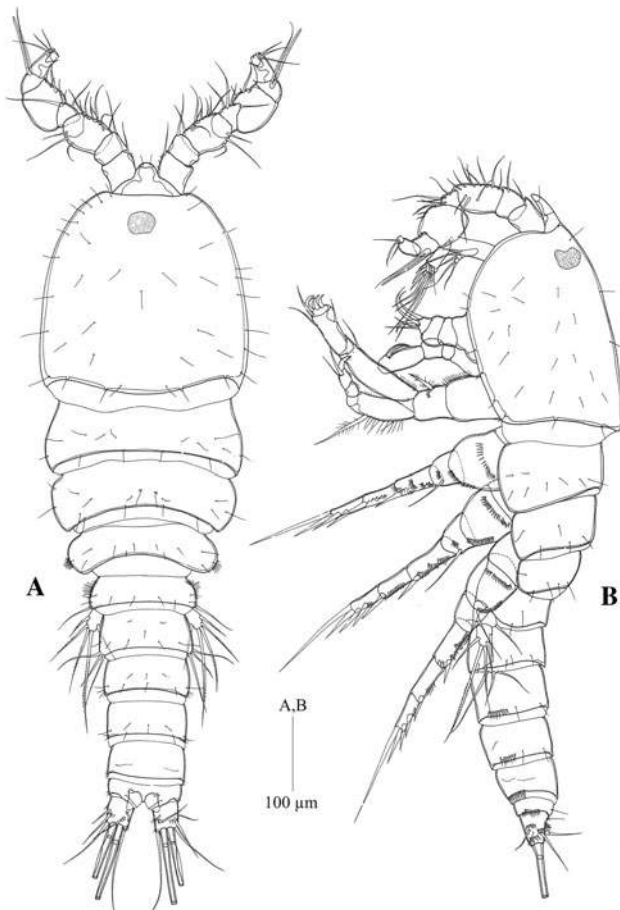
**Fig. 6** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Female. **a**, right leg 3; **b**, right leg 4; **c**, left leg 5. Posterior view

with 4 long setae at base, 4 short and slender setae, and 3 short spines. Exopod 3-segmented: first segment longest with 2 setae, second segment shorter with 1 seta, third segment with 1 lateral and 1 terminal seta.

Mandible (Fig. 4b): coxa well developed with 1 arched spinular row at midlength. Cutting edge with 4 strong and 4 small spines, and 1 spinulose seta; basis with 1 apical seta; exopod 3-segmented: first segment with 2 setae and few spinules, second segment with 1 seta, third segment with 2 setae and minute spinules; endopod 1-segmented with 3 setae at middle inner edge, and 7 setae on distal end.

Maxillule (Fig. 4c): arthrite of praecoxa with 2 slender and 1 plumose setae on surface, 4 bare and 2 pinnate spines on inner edge. Coxa with 3 setae on inner end; basis spinulated on outer face; 1 slender spine and 2 setae at distal end; 2 subdistal setae, 2 of which juxtaposed; exopod with 3 setae and some spinules near distal end; endopod small, with 3 terminal setae.

Maxilla (Fig. 4d): syncoxa with 3 endites; proximal endite bilobular, each lobule with 2 plumose setae on distal

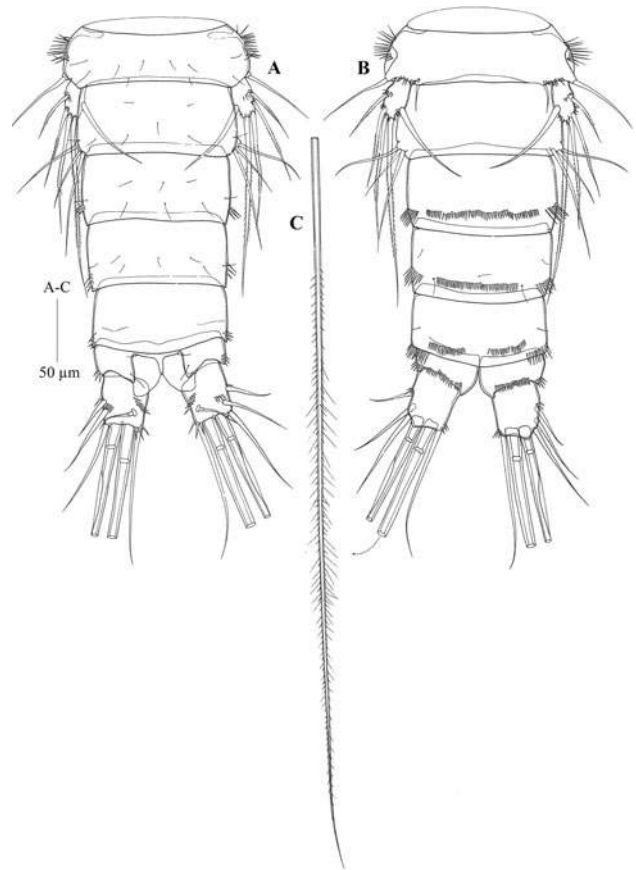


**Fig. 7** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Male. **a**, habitus, dorsal view; **b**, habitus, lateral view

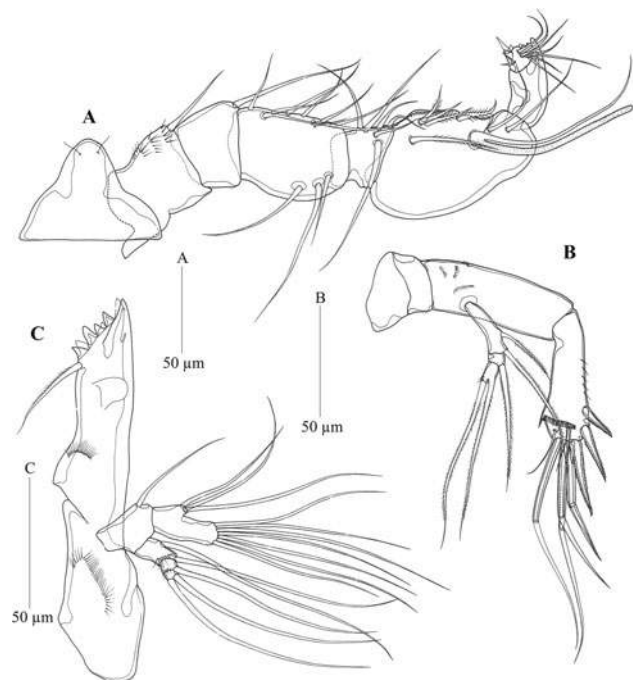
end, and distal one with a spinular row transversely; each other endite with 3 plumose setae on distal end; basis furnished with a strong claw that is pectinate along distal part of inner edge; 2 strong, remarkably plumose setae and 5 slender bare setae near base of claw.

Maxilliped (Fig. 3c): syncoxa and basis well developed with outer row of spinules midlength; basis small with a subdistal row of spinules. Endopod 2-segmented: first segment well developed with slightly undulating inner margin, 2 perpendicular spinule rows on outer edge and 2 short rows of slender spinules at inner border; second segment with 2 small outer setae, ornamented with denticuliform spinules at inner border. Enp II and its claw together nearly as long as basis.

Leg I (Fig. 5a): praecoxa and coxa with a particular spinular ornamentation pattern as shown in the drawing; basis with a spiniform seta on the inner and one on the outer distal corner; endopod much shorter than exopod, both 3-segmented. Enp I distinctly longer than enp II and enp III, with 1 long and strong spine-like seta at outer distal corner; enp II as long as terminal segment without seta; enp III with 1 big outwardly curved claw-like spinulose seta,

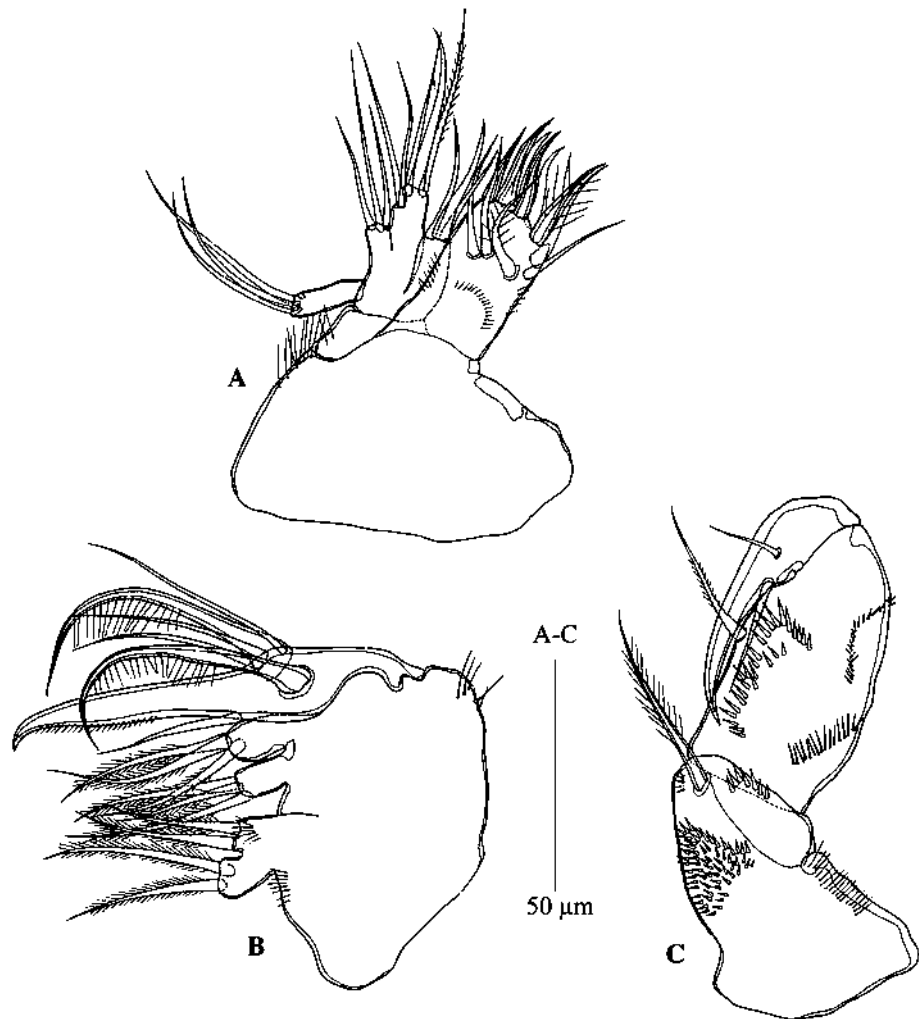


**Fig. 8** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Male. **a**, urosome, dorsal view; **b**, urosome, ventral view. **c**, terminal seta of caudal ramus



**Fig. 9** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Male. **a**, rostrum and right antennule, dorsal view; **b**, right second antenna, anterior view; **c**, mandible, posterior view

**Fig. 10** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Male. **a**, maxillule; **b**, maxilla; **c**, maxilliped. Posterior view



1 spine-like and 1 slender inner seta. Both exp I and exp II elongated, exp III very small. Exp I with 1 pinnate seta on distal outer corner; exp II with 1 pinnate seta at two-thirds of outer margin, and 1 spinulose seta on inner distal corner; exp III with 2 median distal claw-like setae, 1 outer and 2 inner spine-like setae.

Legs 2–3 (Figs. 5b, 6a): basis with 1 pinnate seta on outer corner. Endopod 3-segmented; enp I and enp II each with 1 inner plumose seta; enp III with 1 outer pinnate spine-like seta, 3 plumose setae: 2 median distal and 1 outer. Exopod 3-segmented; exp I and exp II each with 1 outer pinnate spine, and 1 inner plumose seta; exp III with 3 outer pinnate spines, 2 plumose setae apically, and 2 inner plumose setae.

Leg 4 (Fig. 6b): as leg 2 and leg 3, except enp II without inner seta.

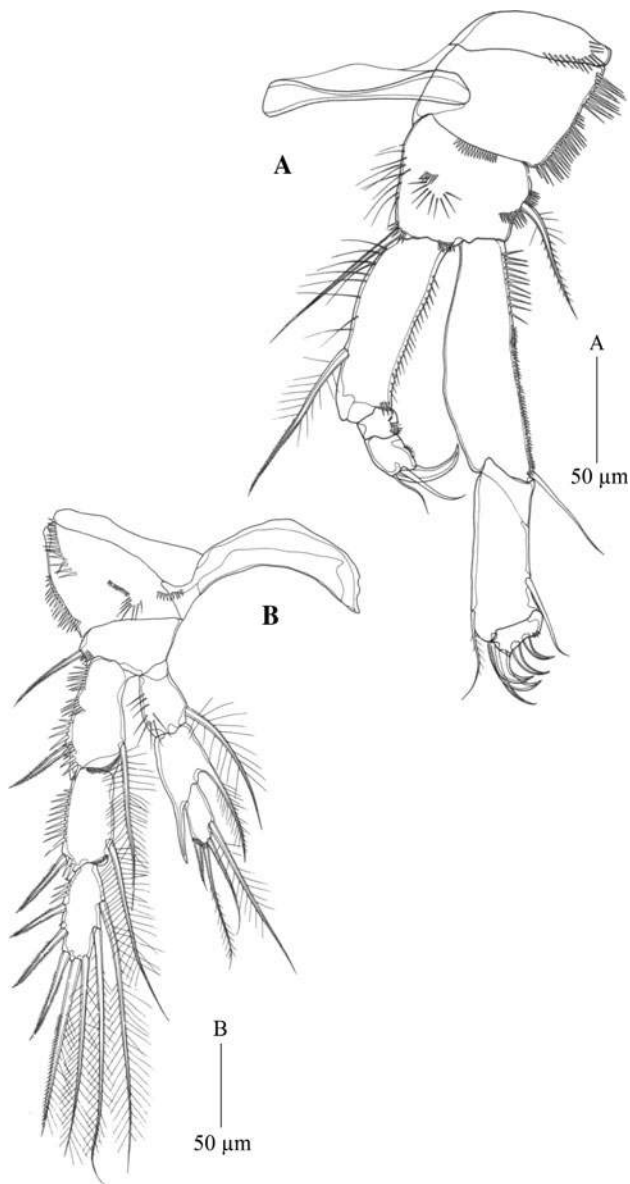
Leg 5 (Fig. 6c): baseoendopod large, furnished with rows of spinules, with 1 outer basal seta and 5 spinulose setae of unequal length on endopodal lobe, the second

outermost longest. Exopod 1-segmented, anterior face covered with longer-sized spinules, with 5 spinulose setae of unequal length, the second innermost longest.

Male (Figs. 7, 8, 9, 10, 11, 12)

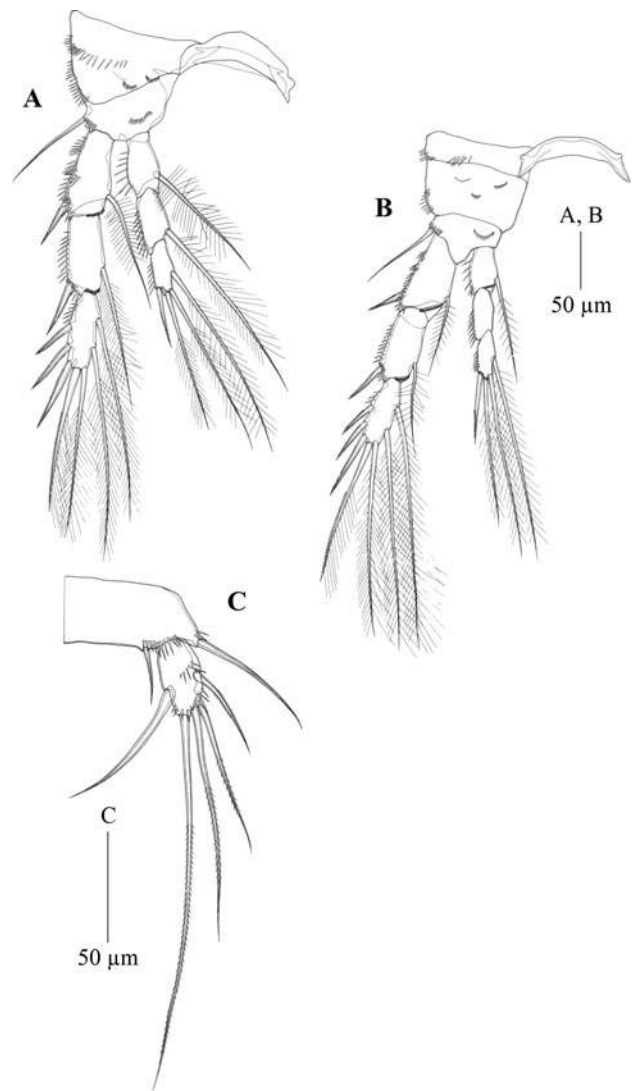
Total length of holotype male 0.94 mm; paratype, total length 1.0 mm, measured from tip of rostrum to posterior margin of caudal ramus. Male morphology as in female except the following characters. Antennule (Fig. 9a) subchirocer, 8-segmented: first segment with small spinules on anterior inner surface, fifth one shortest, sixth one globularly expanded with a big aesthetasc, seventh one forming a claw-like outer process, and last one small. Armature formula: 1–1–11–3–2–8 + Ae.–0–9. Antenna (Fig. 9b): anterior edge of allobasis without seta, all other armature as in female.

Leg 2 (Fig. 11b): Basis with 1 pinnate outer seta. Endopod 3-segmented: first segment with 1 inner seta;



**Fig. 11** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Male. **a**, right leg 1; **b**, right leg 2; Posterior view

second segment with 1 inner spinulose seta, comparatively short, and 1 plumose spinous process at outer distal corner; third segment small, not reaching to third exopodal segment, with 3 setae distally: 1 bare, 1 plumose, 1 pinnate, and 1 longer plumose seta at inner edge. Exopod 3-segmented, armed as in female. Leg 5 (Fig. 12c): baseopod small, with 1 inner short endopodal seta, and 1 long slender outer seta. Exopod about 1.5 times as long as wide, with 1 bare inner, 2 spinulose apical, and 2 outer spinulose setae; apical, innermost seta longest, about 5 times as long as exopod. Leg 6 (Fig. 8a, b) represented by 3 setae, innermost 1 longest and middle 1 shortest (Table 1).



**Fig. 12** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Male. **a**, right leg 3; **b**, right leg 4; **c**, left leg 5. Posterior view

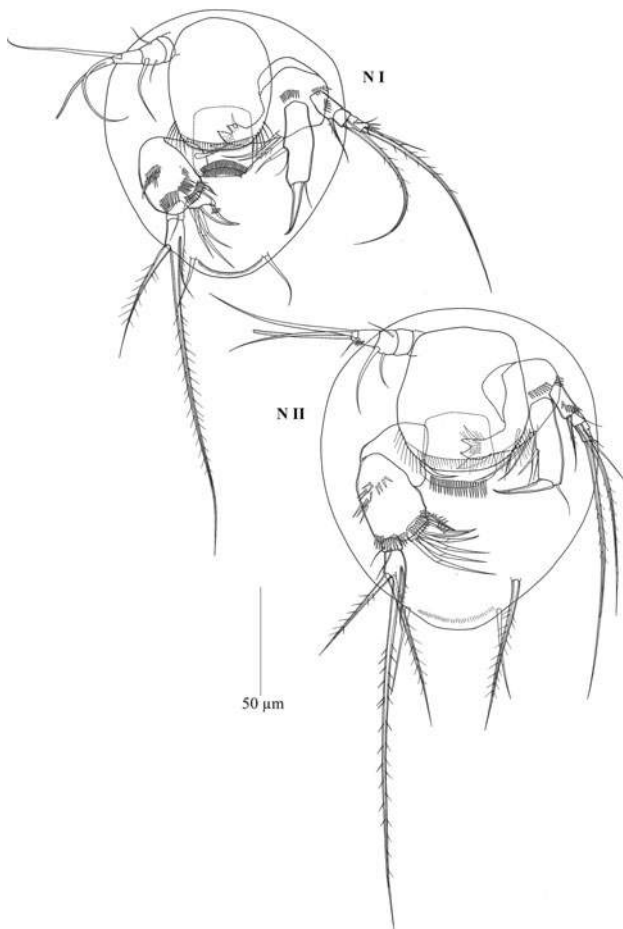
**Table 1** Armature formulae of legs 1–4 of *Tigriopus thailandensis* sp. nov

	Exp	Enp
P1	0 1 2:2:1	1 0 1:2:0
P2	1 1 2:2:3	1 1 1:2:1
P3	1 1 2:2:3	1 1 1:2:1
P4	1 1 2:2:3	1 0 1:2:1

**Naupliar stages I–VI (Figs. 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21)**

**Nauplius I (Figs. 13, 17, 18, 20)**

Body length 116 µm, body width 103 µm. Body reddish with a dark median eye, slightly longer than wide and

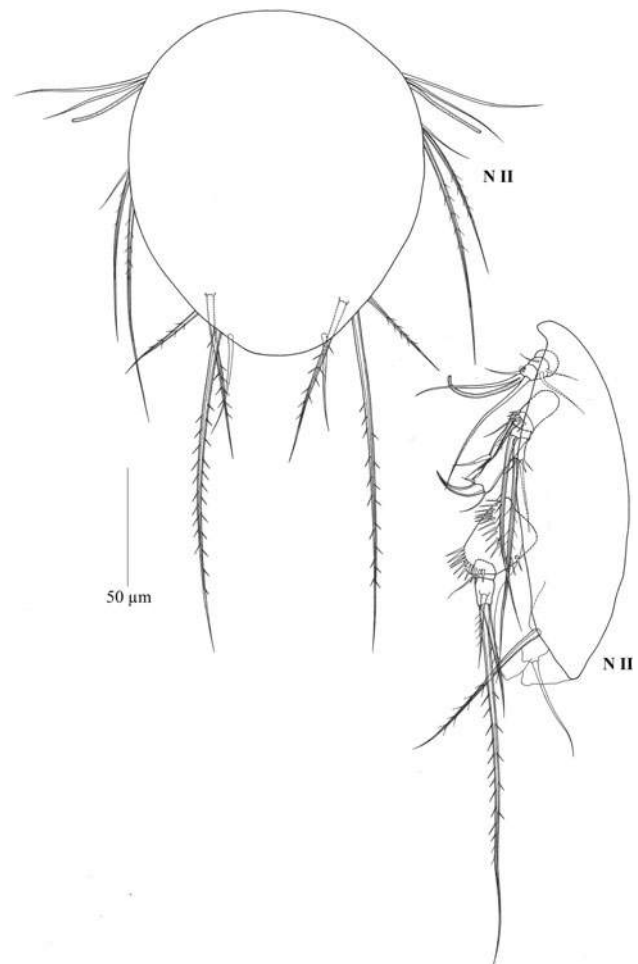


**Fig. 13** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Naupliar stages I and II in ventral view. Abbreviations: N I and N II—naupliar stages I and II, respectively

cephalic shield showing lobular bulges on both lateral sides. Rectangular labrum furnished with hairy spinules along the distal posterior edge and longer spinules on lateral corners. Sternal field ornamented with 2 rostrally curved rows of spinules in between insertions of antennae. Hindbody bears 1 seta (=the initial furca), arising from a protuberance on each caudal side and a curved row of minute spinules in between (Fig. 13).

Antennule 3-segmented (Fig. 17): first segment without seta; second segment with 2 small setae near middle and 1 large seta at inner margin; distal segment armed with 2 setae and 1 aesthetasc.

Antenna (Fig. 18) bears an unornamented ring-shaped coxa. Basis large and medially drawn out into a bifurcated pincer-like masticatory process, armed distally with tiny spinules, 1 inner seta and 1 outer flap, and pointing under labrum toward mouth. Basal endite bearing 2 smooth setae and 1 plumose seta on anterior surface; 2 short rows of spinules, 1 in the middle and 1 row at the outer corner. Cylindrical endopod 1-segmented, about 3 times as long as first exopodal segment, with 2 subequal median inner setae



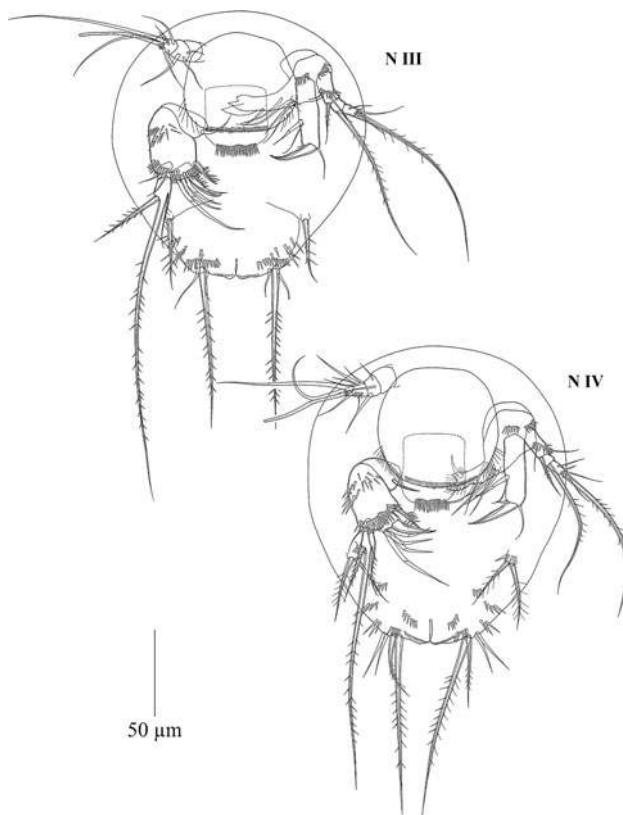
**Fig. 14** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Naupliar stage II in dorsal and lateral view

and 1 short terminal seta, and 1 large claw-shaped seta distally. Exopod 3-segmented: first segment bears 1 spinulose seta at inner corner. Second segment shorter, bearing 1 long spinulose seta. Third segment with 1 smooth seta and 1 longer spinulose terminal seta, and 3 spinules on outer corner plus 1 very slender seta.

Mandible (Fig. 20) with a short proximal portion (=initial coxa) with 1 spinulose seta. Anterior surface of large basis furnished with many transverse rows of slender spinules medially and at inner protrusion. Basal endite furnished on an elongate claw-shaped spine with 4 small spinules mid-length and 3 long smooth setae. Exopod 2-segmented: first segment with 1 terminal smooth seta; second segment bearing 1 smaller spinulose inner seta, 1 outer large spinulose seta, and 1 long attenuated spinulose seta.

Nauplius II (Figs. 13, 14, 17, 18, 20)

Body length 139 µm, body width 119 µm. N II differs from N I in the following aspects. Sternal field ornamented with only 1 row of slender spinules in between insertions of



**Fig. 15** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Naupliar stages III and IV in ventral view. Abbreviations: N III and N IV—naupliar stages III and IV, respectively

antennae. Hindbody with 1 additional seta on either side (Figs. 13, 14). Antennule (Fig. 17) with 1 additional median seta and 5 small setae at anterior inner margin on its distal segment. Antenna (Fig. 18): basal endite bearing 1 additional seta. Tubular endopod bearing 1 small spine at distal margin. First segment of exopod ornamented with 1 oblique row of 7 spinules. Mandibular coxal spinulose seta became smooth seta (Fig. 20). Basal endopod bearing 1 additional seta. One additional seta at outer corner of the first segment of exopod. Maxillule represented by a spinulose seta.

#### Nauplius III (Figs. 15, 17, 18, 20)

Body length 150 µm, body width 143 µm. N III differs from N II in the following aspects. Hindbody with 1 additional seta on either side (Fig. 15). Antennule (Fig. 17) with 4 additional setae on anterior surface of its distal segment. Antenna (Fig. 18): gnathobase bearing 1 spinule at midlength of masticatory process. Cylindrical endopod of antenna bears a tiny spinule at midlength close to the former larger spine. Large claw-shaped seta of tubular endopod armed with tiny spinules along inner side. Exopod



**Fig. 16** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Naupliar stages V and VI in ventral view. Abbreviations: N V and N VI—naupliar stages V and VI, respectively

without clear changes to that of N II. Mandibular basis bearing 1 additional long seta (Fig. 20).

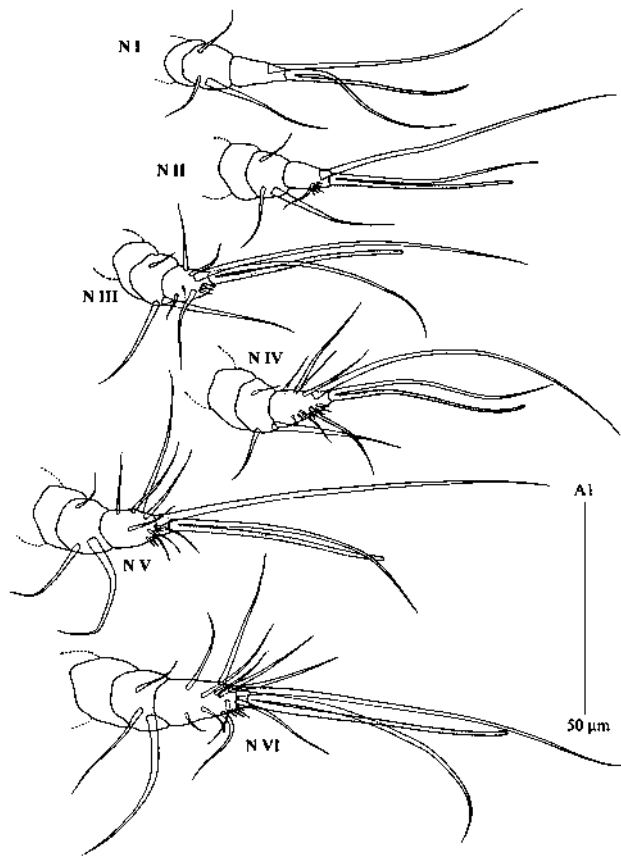
#### Nauplius IV (Figs. 15, 17, 18, 21)

Body length 168 µm, body width 145 µm. N IV differs from N III in the following aspects. Hindbody with 1 additional seta on either side (Fig. 15). Antennule (Fig. 17) on its distal third segment with 1 additional slender seta on anterior face and 3 small setae on posterior face. Antenna's former tiny spinule on cylindrical endopod became longer (Fig. 18). Distal segment bearing 1 terminal spinule. Mandibular basis and exopod without change to that of N III (Fig. 21). Maxillule with 1 additional slender seta (Fig. 15).

#### Nauplius V (Figs. 16, 17, 19, 21)

Body length 191 µm, body width 166 µm. N V differs from N IV in the following aspects. Hindbody showing 4 setae in total as at stage IV, 2 subequal spinulose setae and 2 subequal smooth setae on each side, and bearing an abdominal bud (Fig. 16). Cylindrical endopod of second



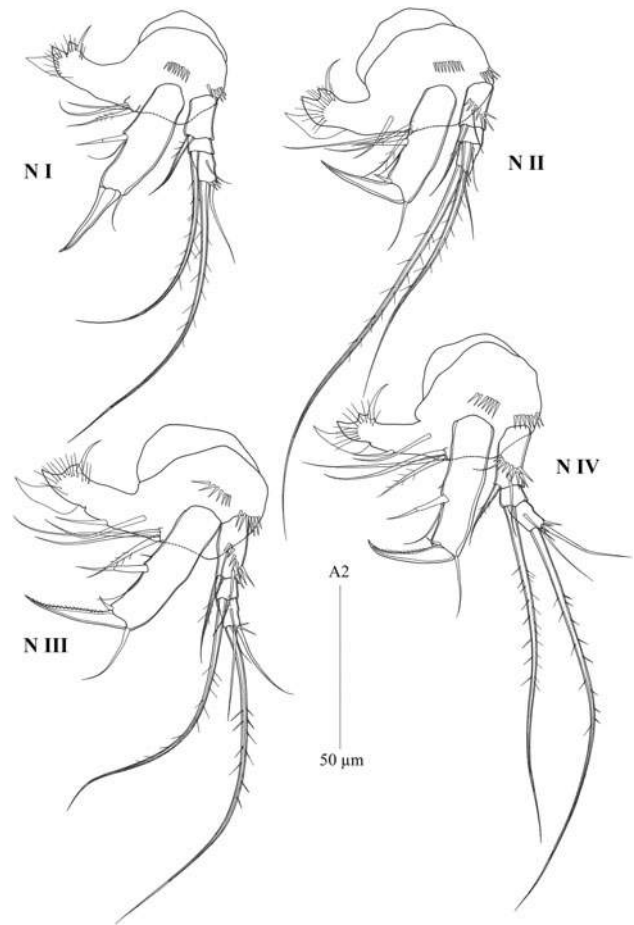


**Fig. 17** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Development of the naupliar left antennule of naupliar stages I to VI in anterior view. Antennule of first to sixth naupliar stage abbreviated as N I to N VI, respectively

antenna bearing 4 spinules at midlength along inner margin of its segment (Fig. 19). Claw-shaped seta of mandibular endopod ornamented with 5 spinules at proximal inner margin (Fig. 21).

#### Nauplius VI (Figs. 16, 17, 19, 21)

Body length 203  $\mu\text{m}$ , body width 176  $\mu\text{m}$ . N VI differs from N V in the following aspects. The labrum without spinules along its edge. Sternal field without row of spinules in between insertions of antennae. Antenna without basipodal endite and gnathobase; distal segment of exopod with additional seta (Fig. 19). Mandibular coxa without any seta, endopod expanded (Fig. 21). Inner edge with enditic lobes; 1 seta on endopod, 1 seta on prospective exopod. With 4 lobular precursors of postmandibular appendages developed on both lateral sides. Anterior two unarmed limb-buds are assumed to represent maxillule and maxilliped precursors. First two swimming legs (legs 1–2) indicated at the sixth naupliar stage. Lobe with 2 small setae corresponding to leg one, and further caudally, lobe with 2 setae corresponding to leg two (Fig. 16).

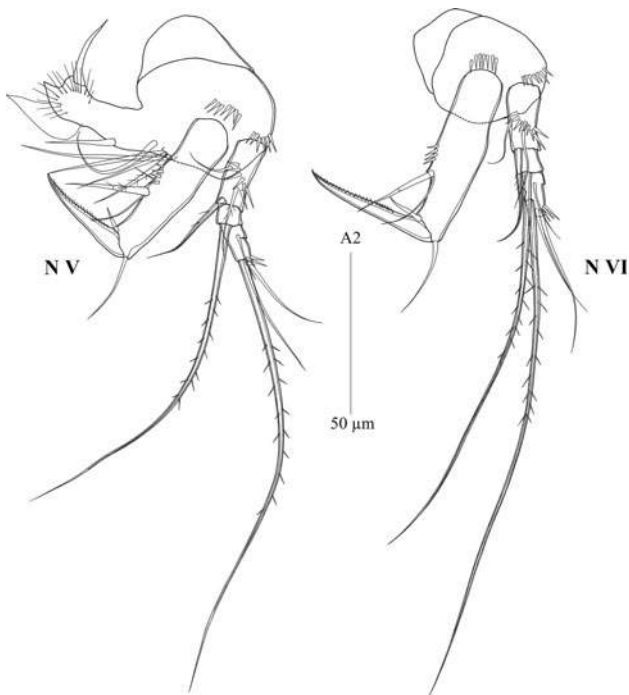


**Fig. 18** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Development of the naupliar left antennae of naupliar stages I to IV in anterior view. sp. nov

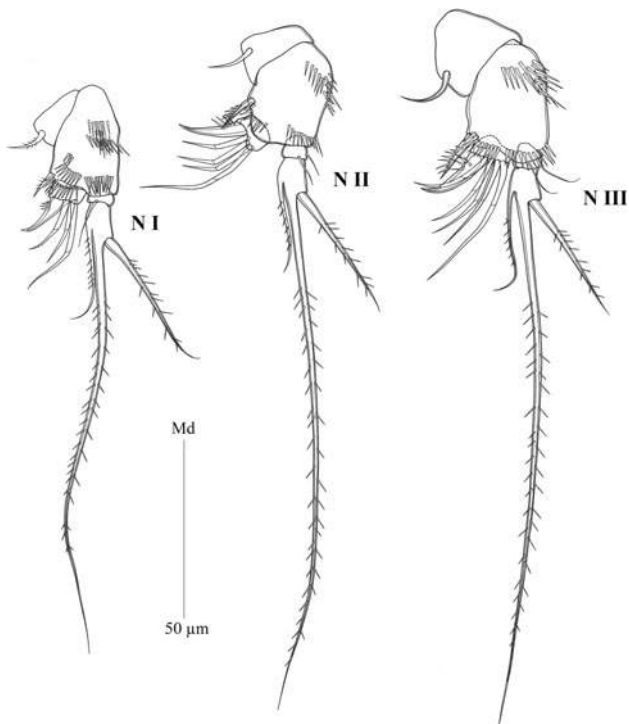
**Biological remarks.** Individuals of all six naupliar stages are able to crawl and to swim-crawl on surfaces. All developmental stages including nauplii can also swim freely in the water column, and aggregate to swarms in their splash-pool habitat.

#### Discussion

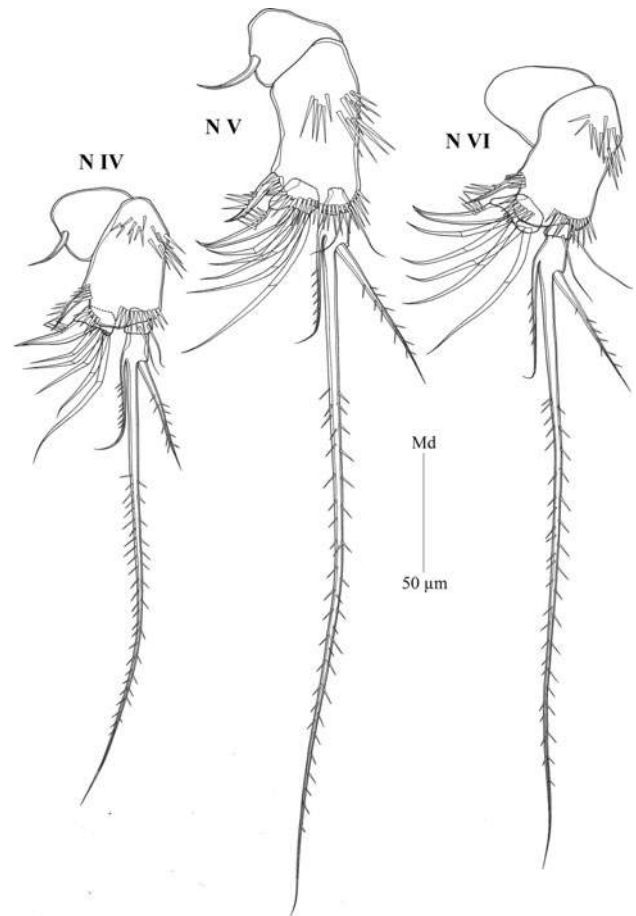
*Tigriopus thailandensis* sp. nov. shares with its closest relative, *T. japonicus* Mori 1932, the two inner setae on the third exopodal segment of leg 4, while other congeners bear three inner setae. Allobasis and exopod of antenna are much more slender and elongate in *T. thailandensis* than in *T. japonicus*. There are nine spinule patches on the female antenna of *T. thailandensis*, whereas there are only two in *T. japonicus*. In both genders of *T. thailandensis*, the third exopodal segment of leg 1 bears five claw-like setae, with the outermost slender, whereas in *T. japonicus* it bears three setae, with the outermost being very stout. The first endopodal segment of leg 1 bears strong spiniform spinules



**Fig. 19** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Development of the naupliar left antennae of naupliar stages V to VI in anterior view. Antenna of fifth to sixth naupliar stage abbreviated as N V to N VI, respectively



**Fig. 20** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Development of the naupliar left mandibles of naupliar stages I to III in anterior view. Mandible of first to third naupliar stage abbreviated as N V to N VI, respectively



**Fig. 21** *Tigriopus thailandensis* sp. nov. Development of the naupliar left mandibles of naupliar stages IV to VI in anterior view. Mandible of fourth to sixth naupliar stage abbreviated as N V to N VI, respectively

along its distal rim in *T. thailandensis*, whereas there are only tiny spinules in *T. japonicus*. The lobe of leg 6 is pronounced, twice as wide as long, and the outer seta is oriented outwardly in *T. thailandensis*, whereas all three setae are directed caudally in *T. japonicus*.

Besides the present new species from Thailand, the following species of *Tigriopus* are known so far: *T. brevicornis* from northern Europe, *T. fulvus* (Fischer 1860) from the Adriatic, *T. californicus* from North America, *T. angulatus* from New Zealand, *T. brachydactylus* Candeias, 1959, and *T. minutus* Bozic 1960 from Europe. *Tigriopus japonicus* was described by Mori (1932) from Shimoda (Japan), and the species has been redescribed by Itô (1970) from Hokkaido (Japan). *T. raki* was described by Bradford (1967) from New Zealand; *T. igai* from Bonin Islands, Japan (Itô 1977); *T. kerguelensis* and *T. crozettensis* from the South Indian Ocean (Soyer et al. 1987). Lang (1948) treated *T. fulvus* as synonymous with *T. brevicornis*. However, Bozic (1960) recognized them as distinct species. *T. minutus* is similar to *T. brachydactylus*,

particularly in the female setal armature of P5. The lack of an outer seta on the exp 2 of leg 1 in *T. brachydactylus* seems to be an artifact, since all other *Tigriopus* species show this seta.

As in most Harpacticoida, postmandibular appendages of naupliar stages show a great variation in both *T. thailandensis* and *T. japonicus*: from their first appearance, in the total number present at N VI, and in their shape and armature. At N VI, the first maxilla, second maxilla, maxilliped, legs one and two may all be present, and they can then be identified according to their position from front to rear.

### Naupliar development in the Harpacticidae

Itô (1970) and Koga (1970) examined Japanese populations of *T. japonicus*. The study of Itô (1970) is lacking the N IV. In particular, Koga (1970) documents the first maxilla from N III onwards, whereas it is expressed in Ito's and the present account of *T. thailandensis* sp. nov. as early as at the N II stage.

According to Walker (1981), segmentation is lacking on both the antennal and mandibular exopod in *Harpacticus* sp. throughout the phase. This is in contrast to the present observation of a four-segmented antennal and a two-segmented mandibular exopod in *T. thailandensis* as well as in *T. japonicus* from a Taiwan population (Dahms et al. 2007). These characters in *T. thailandensis* have also been confirmed in another harpacticid genus *Harpacticus* by Castel (1976) for *H. littoralis*. Clogston (1965) described the antennal exopod of *Zaus spinatus* as being 2-segmented throughout the phase, whereas it is four-segmented in *T. thailandensis* and *T. japonicus*. In contrast to the present report on *T. thailandensis*, Clogston (1965) argued that there was no indication of the first maxilla in *Z. spinatus*.

*Tigriopus thailandensis* sp. nov. lacks armature on the first segment of the antennule throughout the nauplius phase, whereas one seta is present in *T. japonicus* according to Dahms et al. (2007). There are three long setae in *T. japonicus* on the antennule's second segment whereas only one small seta plus two longer setae develop in *T. thailandensis* sp. nov.

There is an aesthetasc on the antennule's third segment in *T. thailandensis* sp. nov. that is not discernible on the third segment in *T. japonicus*. There is one seta more on the third segment in *T. thailandensis* sp. nov. than in *T. japonicus* (that means: seven setae plus one aesthetasc at N III versus six setae, plus one aesthetasc) until both reach thirteen setae, plus one aesthetasc at N VI in both species. There are no spinules on this terminal segment in *T. japonicus*, whereas there are spinules from N II onwards in *T. thailandensis* sp. nov. The second antenna of *T. thailandensis* sp. nov. bears 3 small spinules on the terminal

segment of the exopod, whereas there are no in *T. japonicus*. In *T. thailandensis* sp. nov. there is one additional seta on the anterior surface of the basis. The tubular endopod bears a tiny seta midlength at N III that increases in size throughout the naupliar development. The mandibular coxal seta bears one spinulose seta in *T. thailandensis* sp. nov. that is smooth in *T. japonicus*. Several spinules are present on the anterior surface of the basis of *T. thailandensis* sp. nov., whereas there is only one row in *T. japonicus*.

**Acknowledgments** This research is supported by the National Research Council of Thailand (Grant 2551A1120211) and Ramkhamhaeng University. The work of V. N. Ivanenko is supported by the Russian Foundation for Basic Research (Grant 06-04-48918-a). The work of W.-X. Yang is supported by the National Nature Science Foundation of China (Grant 31072198 and 40776079).

### References

- Alekseev VR (2002) Copepoda. In: Fernando CH et al (eds) A guide to tropical freshwater zooplankton—identification, ecology and impact on fisheries. Backhuys Publishers, Leiden, pp 123–188
- Bozic B (1960) Le genre *Tigriopus* Norman (Copépodes Harpacticoides) et ses formes européennes; recherches morphologiques et expérimentales. Arch Zool Exp Gén 98(3):167–269
- Bradford J (1967) The genus *Tigriopus* Norman (Copepoda, Harpacticoida) in New Zealand with a description of a new species. Trans Roy Soc NZ Zool 10(6):51–59
- Burton RS, Rawson PD, Edmands S (1999) Genetic architecture of physiological phenotypes: empirical evidence for coadapted gene complexes. Am Zool 39:451–462
- Castel J (1976) Développement larvaire et biologie de *Harpacticus littoralis* Sars, 1910 (copépode, harpacticoides) dans les étangs saumâtres de la région d'Arcachon. Cah Biol Mar 17:195–212
- Clogston F (1965) Postembryonic development of species of harpacticoid copepods from the Pacific coast of the United States and an application of developmental patterns to their systematics. PhD dissertation, Univ. of Washington, Seattle, 246 pp
- Dahms H-U (1990) Naupliar development of Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) and its significance for phylogenetic systematics. Mikrof Mar 6:169–272
- Dahms H-U (1993) Pictorial keys for the identification of crustacean nauplii from the marine meiobenthos. J Crust Biol 13:609–616
- Dahms H-U, Fornshell JA, Fornshell BJ (2006) Key for the identification of crustacean nauplii. Org Divers Evol 6:47–56
- Dahms H-U, Chullasorn S, Kangtia P, Ferrari FD, Hwang J-S (2007) Naupliar development of *Tigriopus japonicus* Mori, 1932 (Harpacticidae, Copepoda). Zool Stud 46:746–759
- Davenport J, Barnett PRO, McAllen RJ (1997) Environmental tolerances of three species of the harpacticoid genus *Tigriopus*. J Mar Biol Assoc UK 77:3–16
- Dethier MN (1980) Tidepools as refuges: predation and the limits of the harpacticoid copepod *Tigriopus californicus*. J Exp Mar Biol Ecol 42:99–111
- Edmands S (1999) Heterosis and outbreeding depression in interpopulation crosses spanning a wide range of divergence. Evolution 53:1757–1768
- Edmands S, Burton RS (1998) Variation in cytochrome-c oxidase activity is not maternally inherited in the copepod *Tigriopus californicus*. Heredity (Lond) 80:668–674

- Fraser JH (1936) The occurrence, ecology and life history of *Tigriopus fulvus* (Fischer). J Mar Biol Assoc UK 20:523–536
- Guiglia D (1926) Sullo sviluppo larvale de *Tigriopus fulvus* (Fischer). Boll Mus Zool Anat Comp R Univ Gen (2)6(3):11–16
- Igarashi S (1963) Developmental cycle of *Tigriopus japonicus* Mori. Sci Rep Tohoku Univ 29(2):59–72
- Itô T (1970) The biology of a harpacticoid copepod *Tigriopus japonicus* Mori. J Fac Sci, Hokkaido Univ, Ser VI, Zool 17:474–500
- Itô T (1973) Ventral nerve cord of *Tigriopus japonicus* Mori (Copepoda, Harpacticoida). Annot Zool Japon 46(1):45–48
- Itô T (1977) New species of marine harpacticoid copepods of the genera *Harpacticella* and *Tigriopus* from the Bonin Islands, with reference to the morphology of copepodid stages. J Fac Sci Hokkaido Univ Ser VI Zool 32:273–326
- Ivanenko VN, Ferrari FD, Dahms H-U (2008) Nauplii of *Tegastes falcatus* (Norman, 1868)(Harpacticoida, Tegastidae), a copepod with an unusual naupliar mouth and mandible. J Crust Biol 28:270–280
- Jung SO, Lee YM, Park TJ, Park HG, Leung KMY, Dahms H-U, Lee W, Lee JS (2006) The complete mitochondrial genome of the intertidal copepod *Tigriopus* sp. (Copepoda, Harpacticidae) from Korea and phylogenetic considerations. J Exp Mar Biol Ecol 333:251–262
- Kelly LS, Snell TW (1998) Role of surface glycoproteins in mate guarding of the marine harpacticoid *Tigriopus japonicus*. Mar Biol 130:605–612
- Kim IC, Kim YJ, Song SJ, Lee J-S, Lee W (2003) The intertidal harpacticoid copepod *Tigriopus japonicus* (Crustacea: Copepoda)  $\beta$ -actin gene: cloning, sequence and intraspecific variation. DNA Seq 14:279–284
- Kim IC, Kim YJ, Lee Y-M, Kim BG, Park TJ, Kim HS, Jung MM, Williams TD, Lee W, Lee J-S (2004) cDNA cloning of translationally controlled tumor protein/histamine releasing factor (TCTP/HRF) from the intertidal harpacticoid copepod *Tigriopus japonicus*. DNA Seq 15:159–163
- Koga F (1970) On the life history of *Tigriopus japonicus* Mori (Copepoda). J Oceanogr Soc Japan 26(1):11–21
- Lang K (1948) Monographie der Harpacticiden I, II. Reprint Otto Koeltz Science Publ, Königstein 1682 p
- Lee JS (2003) cDNA cloning of *rhoA* gene from the intertidal harpacticoid copepod *Tigriopus japonicus* (Crustacea, Copepoda). Kor J Gen 25:403–408
- Lee YM, Kim IC, Jung SO, Lee JS (2005) Analysis of 686 expressed sequence tags (ESTs) from the intertidal harpacticoid copepod *Tigriopus japonicus* (Crustacea, Copepoda). Mar Poll Bull 51:757–768
- Machida RJ, Miya MU, Nishida M, Nishida S (2002) Complete mitochondrial DNA sequence of *Tigriopus japonicus* (Crustacea: Copepoda). Mar Biotechnol 4:406–417
- McAllen R (1998) Life at its limits—the ecophysiology of the high shore rockpool inhabitant *Tigriopus brevicornis*. PhD thesis, University of London
- McAllen R (1999) Enteromorpha intestinalis—a refuge for the supralittoral rockpool harpacticoid copepod *Tigriopus brevicornis*. J Mar Biol Assoc UK 79:1125–1126
- McAllen R, Block W (1997) Aspects of the cryobiology of the intertidal harpacticoid copepod *Tigriopus brevicornis*. Cryobiology 35:309–317
- McAllen R, Taylor AC, Davenport J (1998) Osmotic and body density response in the harpacticoid copepod *Tigriopus brevicornis* in supralittoral rockpools. J Mar Biol Assoc UK 78:1143–1153
- Mori T (1932) *Tigriopus japonicus*, a new species of neritic Copepoda. Zool Mag Tokyo 50(5):294–295
- Raisuddin S, Kwok KWH, Leung KMY, Schlenk D, Lee J-S (2007) The copepod *Tigriopus*: A promising marine model organism for ecotoxicology and environmental genomics. Aquat Tox 83:161–173
- Shaw TH (1938) Some observations on the life history of a tide-pool copepod, *Tigriopus fulvus* (Fischer). Bull Fan Mem Inst Biol Zool 8:9–17
- Soyer J, Thiriot-Quievreux C, Colomines JC (1987) Description de deux espèces jumelles du groupe *Tigriopus angulatus* (Copepoda, Harpacticoida) dans les archipels Crozet et Kerguelen (Terres Australes et Antarctiques Françaises). Zool Scr 16(2):143–154
- Walker X (1981) Reproductive biology and development of a marine harpacticoid copepod reared in the laboratory. J Crust Biol 1:376–388
- Wells BJ (2007) An annotated checklist and keys to the species of Copepoda Harpacticoida (Crustacea). Zootaxa 1568:872

This article was downloaded by: [Ramkhamhaeng University], [Supawadee Chullasorn]  
On: 13 February 2013, At: 22:17  
Publisher: Taylor & Francis  
Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954 Registered  
office: Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK



## Journal of Natural History

Publication details, including instructions for authors and  
subscription information:

<http://www.tandfonline.com/loi/tnah20>

### A new species of Tigriopus (Copepoda: Harpacticoida: Harpacticidae) from Thailand with a key to the species of the genus

Supawadee Chullasorn <sup>a</sup> , Hans-U. Dahms <sup>b</sup> & Pradchek Klangsinsin <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng  
University, Bangkok, 10240, Thailand

<sup>b</sup> Green Life Science Department, College of Convergence,  
Sangmyung University, 7 Hongij-dong, Jongno-gu, SEOUL 110-743,  
South Korea

Version of record first published: 13 Feb 2013.

To cite this article: Supawadee Chullasorn , Hans-U. Dahms & Pradchek Klangsinsin (2013): A new species of Tigriopus (Copepoda: Harpacticoida: Harpacticidae) from Thailand with a key to the species of the genus, Journal of Natural History, DOI:10.1080/00222933.2012.757660

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/00222933.2012.757660>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

Full terms and conditions of use: <http://www.tandfonline.com/page/terms-and-conditions>

This article may be used for research, teaching, and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, redistribution, reselling, loan, sub-licensing, systematic supply, or distribution in any form to anyone is expressly forbidden.

The publisher does not give any warranty express or implied or make any representation that the contents will be complete or accurate or up to date. The accuracy of any instructions, formulae, and drug doses should be independently verified with primary sources. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand, or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

## A new species of *Tigriopus* (Copepoda: Harpacticoida: Harpacticidae) from Thailand with a key to the species of the genus

Supawadee Chullasorn<sup>a\*</sup>, Hans-U. Dahms<sup>b\*</sup> and Pradchek Klangsin<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Department of Biology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkok 10240, Thailand; <sup>b</sup>Green Life Science Department, College of Convergence, Sangmyung University, 7 Hongij-dong, Jongno-gu, SEOUL 110-743, South Korea

(Received 13 October 2011; final version received 4 December 2012)

A new species of the genus *Tigriopus* Norman, 1869 is described from Thailand. *Tigriopus sirindhornae* sp. nov. resembles other species in having cyclopidiform shape, nine-segmented A1 in female, A2 allobasis with three-segmented exp, male lacking an abexopodal seta, male P2 enp II with distinct outer spiniform apophysis, both baseoendopod and exp of female P5 with five setae. The new species can be distinguished by having fewer sensillae; two-segmented mandibular exp; Mx1 praecoxa more spinulose, Mx2 with spinules on three syncoxal endites, and Mxp with spinules on outer margin. Additional characters related to the female P5 and P1 and the male A1 and P2 are also helpful to distinguish this species from its congeners. An identification key for the 13 known species of *Tigriopus* is also provided.

<http://www.zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:pub:ABA4C14F-E484-4883-8191-F7ECECC7A3D3>

**Keywords:** taxonomy; harpacticoids; Thailand; key to species; external morphology

### Introduction

We provide here a morphological description of a new harpacticoid copepod species belonging to the genus *Tigriopus* Norman, 1869, which consists presently of 12 valid species (Boxshall and Halsey 2004; Wells 2007; Chullasorn et al. 2012). Besides the new species from Thailand, the following species of *Tigriopus* are known so far: *T. thailandensis* Chullasorn, Ivanenko, Dahms, Kangtia and Yang, 2012 described from Bangsaen Beach in Thailand, *T. angulatus* (Lang, 1933) from New Zealand, *T. brachydactylus* (Candeias, 1959) from northern Europe, *T. brevicornis* (Müller, 1776) from Spain, *T. californicus* (Baker, 1912) from North America, *T. crozettensis* Soyer, Thiriot-Quievreux and Colomines, 1987 and *T. kerguelenensis* Soyer, Thiriot-Quievreux and Colomines, 1987 from the South Indian Ocean, *T. fulvus* (Fischer, 1860) from the Mediterranean Sea, *T. igai* (Itô, 1977) and *T. japonicus* (Mori, 1938) from Japan, the latter redescribed by Itô (1970), *T. minutus* Bozic, 1960 from Senegal, and *T. raki* (Bradford, 1967) from New Zealand. Lang (1948) treated *T. fulvus* as a synonym of *T. brevicornis*, but Bozic (1960) recognized them as distinct species. *Tigriopus minutus* is similar to *T. brachydactylus*, particularly in the female setal armature of P5. The lack of outer seta on the exp 2 of P1 in *T. brachydactylus* seems to be an artefact, because all other *Tigriopus* species have this seta, including the new species from Thailand.

\*Corresponding authors. Emails: chu\_supawadee@ru.ac.th and hansdahms@smu.ac.kr

Species of *Tigriopus* have been studied from different disciplines, and there are surveys on ecology (Dethier 1980), life history (Koga 1970), internal and external anatomy (Itô 1973), reproductive chemical ecology (Kelly and Snell 1998) and adaptive genetics (Burton et al. 1999). Other studies focus on its genomics (Machida et al. 2002; Jung et al. 2006; Kim et al. 2003; Lee 2003; Lee et al. 2005), medicine-related genetics (Kim et al. 2004) and its population genetics (Edmands and Burton 1998; Edmands 1999). Raisuddin et al. (2007) reviewed its ecotoxicology. Representatives of *Tigriopus* inhabit splash pools (McAllen 1998, 1999) and show a remarkable adaptation to changes in salinity, temperature and oxygen (McAllen and Block 1997; McAllen 1998, 1999). The description of the new species of *Tigriopus* is based on the examination of adult females and males collected at a sandy beach of the Rayong Province, in Thailand. A key to the known species of the genus is also provided.

### Material and methods

Adult specimens of a previously undescribed species of *Tigriopus* were collected during low-tide at a sandy beach located off the Eastern Marine Fisheries Development Centre, Ban Phe, Rayong Province, Thailand (12°37' N, 102°20' E). In addition, different developmental stages of this species were washed out from thalli of the brown alga *Padina* sp.

Specimens were fixed in 5% formaldehyde and suspended in W15 (embedding medium Carl Zeiss Co.). Before dissection, the habitus of the specimens was drawn from whole mounts and total body length measurements were made from individuals mounted in W15. Dissected parts were mounted on slides in glycerine. Broken glass fibres were added to prevent the animal and appendages from being compressed by the coverslip and to facilitate rotation and manipulation, so allowing observation from all angles. All drawings were prepared using a camera lucida on a Nikon HFX-DX compound microscope at a magnification of 1000 ×. Measurements were made with an ocular micrometer. Scale bars in illustrations are in micrometers. No colour pattern was discernible. The references for the morphological description of this species were Lang (1948), Itô (1977), Huys and Boxshall (1991), and Chullasorn et al. (2012). Abbreviations used are as follows: R, rostrum; A1, antennule; A2, antenna; Md, mandible; Mx1, maxillule; Mx2, maxilla; Mxp, maxilliped; P1–P4, first to fourth swimming legs; P5, leg 5; P6, leg 6; enp I, II, III, endopod I, II, III; exp I, II, III, exopod I, II, III; ae, aesthetasc; Uro 4, 5, 6, urosomite 4, 5, 6.

### Systematics

Family **HARPACTICIDAE** Dana, 1846

Genus *Tigriopus* Norman, 1869

*Tigriopus sirindhornae* sp. nov.

(Figures 1–12)

#### *Type specimens*

One female holotype (USNM1156995) dissected on eight slides, and one male allotype (USNM-1156996) dissected on seven slides, plus 10 female and 10 male

undissected paratypes (USNM-1156997) preserved in 95% alcohol were deposited in the Department of Invertebrate Zoology, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, DC, USA.

#### *Type locality*

*Tigriopus sirindhornae* sp. nov. was recovered from the brown alga *Padina* sp. at Ban Phe, Rayong Province in Thailand (12°37' N, 102°20' E).

#### *Etymology*

The species was named after Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn of Thailand.

#### *Descriptions*

*Female.* Total length of holotype female, 1.12 mm; total length of paratype female, 0.94 mm ( $n = 12$ , mean = 0.96 mm); measured from tip of rostrum to posterior margin of caudal ramus. Body (Figure 1A,B) compact, cyclopiform ornamented with few sensillae on surface. Prosome four-segmented, comprising cephalosome and three free pedigerous somites. Cephalosome slightly shorter than three prosomites combined. Rostrum large, almost as long as first segment of antennule, with two pairs of sensilla on each side; the first pair close to the rounded tip, and the second pair at midlength as in Figure 3A.

Urosome (Figure 2B, C) five-segmented, comprising P5 bearing-somite, genital double-somite, and three free abdominal somites. Genital double-somite with P6, genital field indistinct, ventrally with two small copulatory apertures, and with two oblique outer and inner spinular rows. Abdominal somites with rows of spinules dorsally and ventrally. Third urosomite (distal half of genital double-somite) with two pairs of sensillae: one pair on posterior half, one pair in opposite distal corner. Fourth and fifth urosomites with one pair of sensilla each at opposite corners. Anal operculum semicircular, smooth. Caudal rami slightly longer than wide, ornamented with small spinules dorsally and ventrally. Seta I arising laterally at midlength; seta II located between seta I and seta III; seta III two times longer than seta II; seta V (Figure 3C) longest, much longer than urosomal length; seta IV shorter than seta V; seta VI as long as seta III, located at inner distal corner; seta VII shortest located close to insertion point of seta V.

Antennule (Figure 3B): nine-segmented; surface of second to ninth segments smooth. Length of two proximal segments longer than five apical segments combined. Fourth and last segment with one large and one small aesthetasc, respectively. Armature formula: 1-(1), 2-(10), 3-(9), 4-(4 + ae), 5-(1), 6-(4), 7-(2), 8-(2), 9-(5 + acrothek). Acrothek consisting of aesthetasc and two setae.

Antenna (Figure 3C): coxa bearing short row of minute spinules close to base of allobasis. Allobasis bearing exopod, armed with one abexopodal pinnate seta at middle of inner edge, furnished with rows of minute spinules on anterior surface. Exopod three-segmented; first segment longest with two pinnate setae, second segment short with one pinnate seta, third segment short with one lateral pinnate and one apical



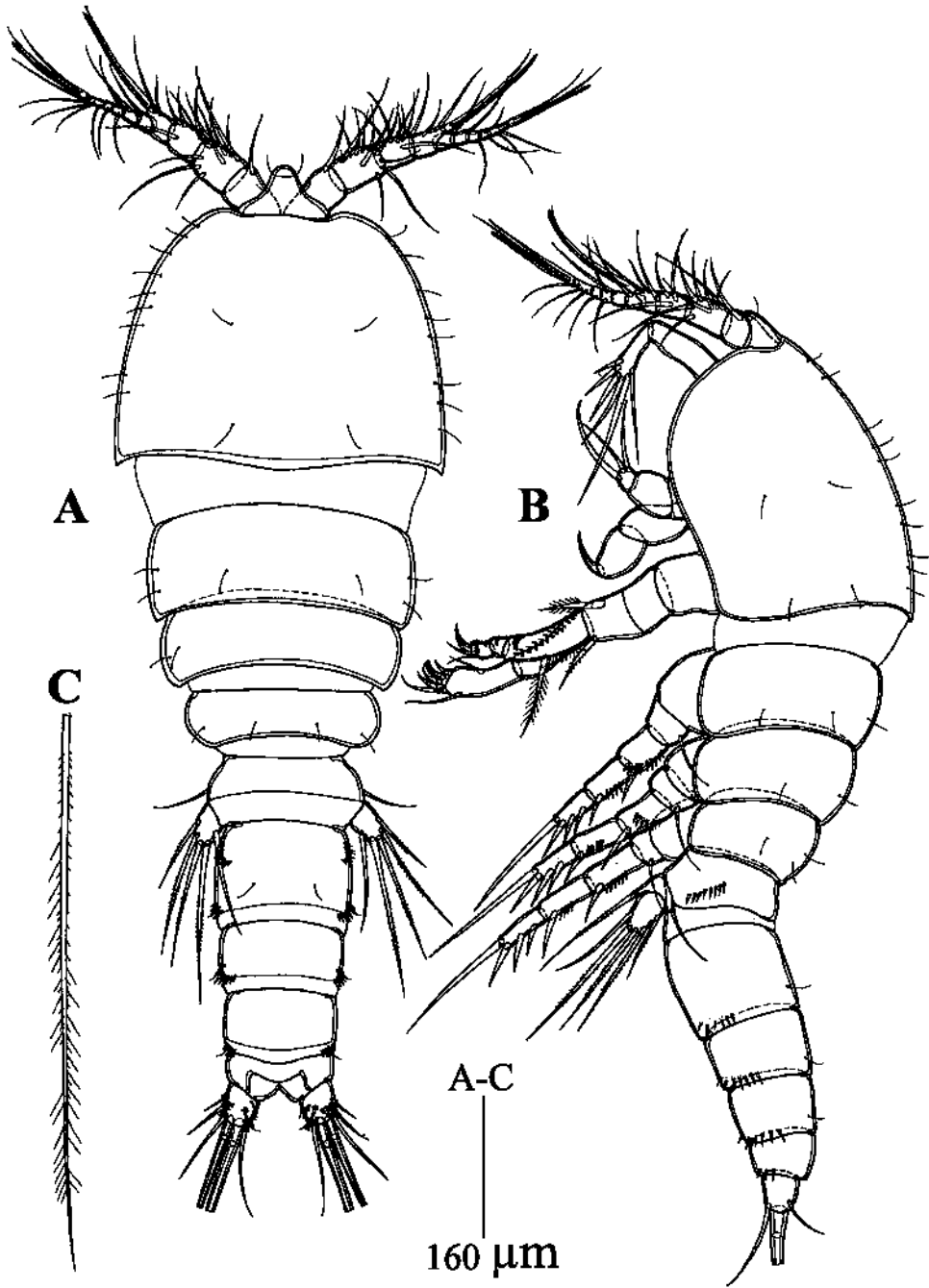


Figure 1. *Tigriopus sirindhornae* sp. nov., female. (A) Habitus, dorsal view; (B) habitus, lateral view; (C) caudal seta V.

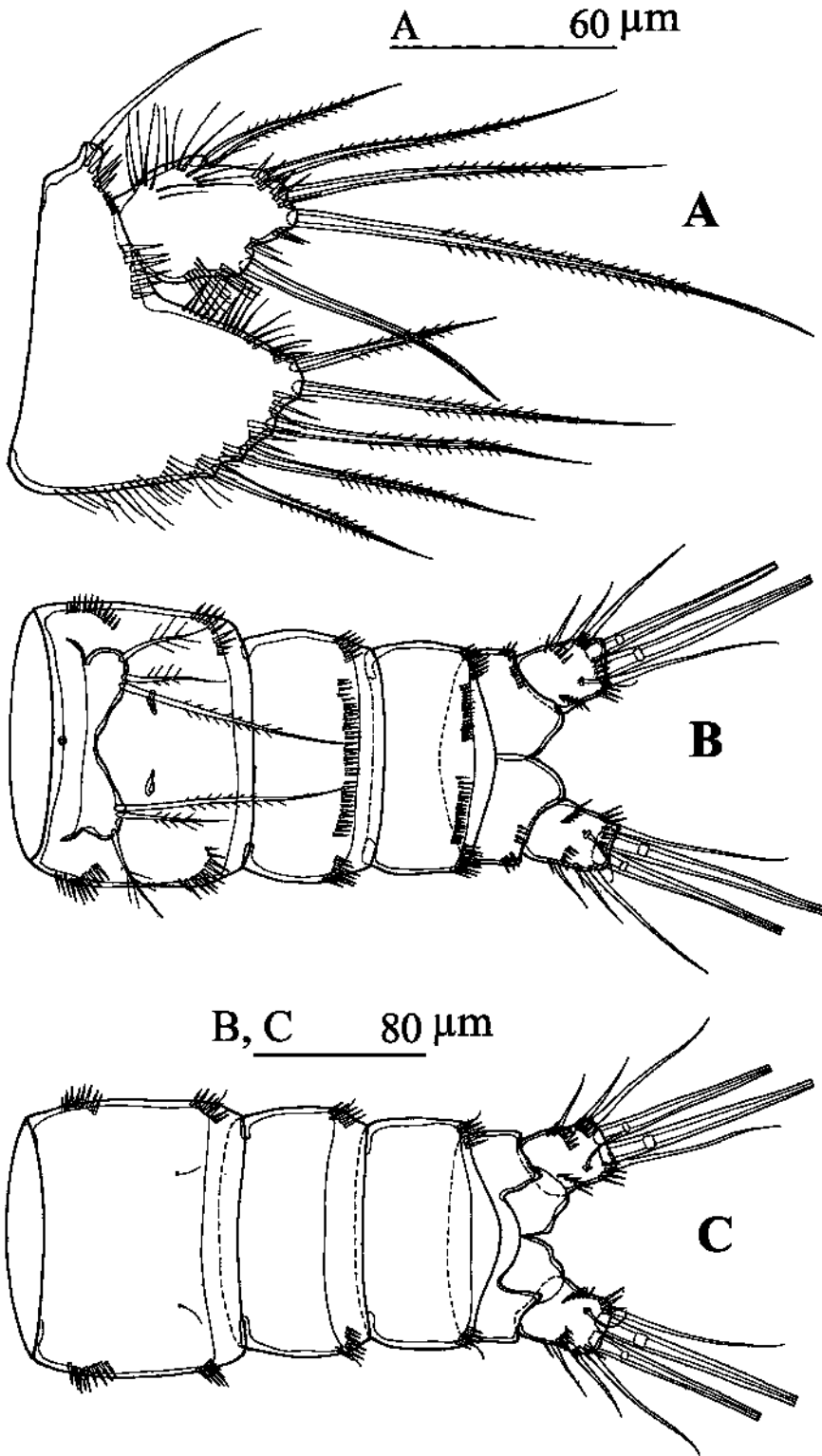


Figure 2. *Tigriopus sirindhornae* sp. nov., female. (A) P5; (B) urosome, ventral view; (C) urosome, dorsal view.

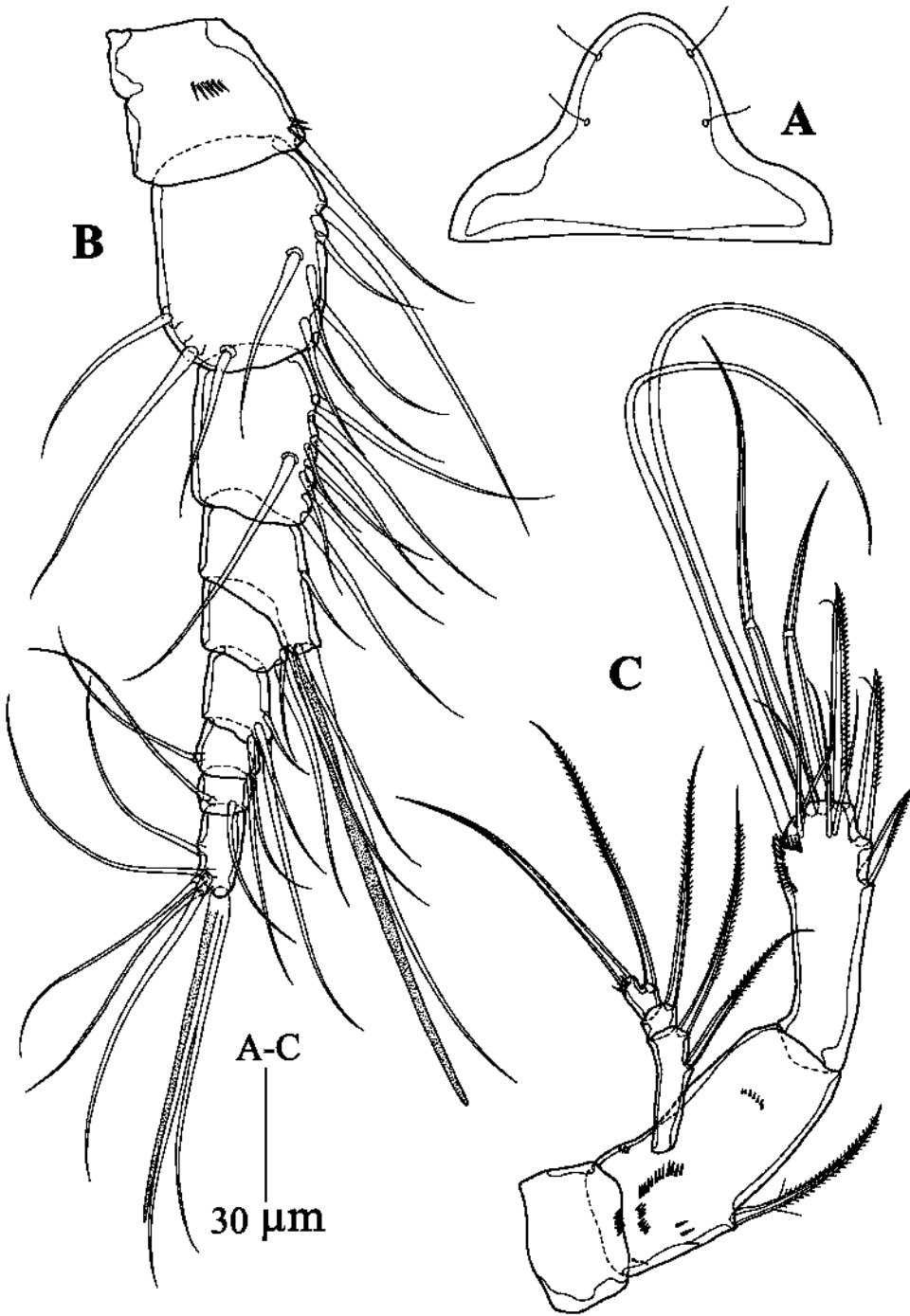


Figure 3. *Tigriopus sirindhornae* sp. nov., female. (A) rostrum, dorsal view; (B) right antennule, anterior view; (C) left antenna, anterior view.

smooth seta. Free endopodal segment ornamented with row of minute spinules at outer distal corner, with three pinnate spines, two pairs of small and short setae on anterior surface, two apical geniculate setae, and two long smooth setae arising from outer distal corner.

Mandible (Figure 4A, B): coxa well developed with arched spinular row at midlength of anterior surface. Cutting edge with five strong spines and one row of minute spinules, and pinnate seta. Basis with apical smooth seta; exopod three-segmented, first segment with two setae and some spinules at distal edge, second segment with one seta, third segment with two setae fused basally; endopod one-segmented, with three lateral inner setae (two of them fused basally), and six apical setae (two of them fused basally).

Maxillule (Figure 4C–F): praecoxa ornamented with rows of spinules, arthrite with two slender setae and one outer plumose spine-like element, with four naked and five pinnate apical spines. Coxa furnished with spinules on anterior surface, with three inner smooth setae and two pinnate spines. Basis with one pinnate spine and two setae distally, one seta laterally, and two subdistal setae (two juxtaposed). Exopod and endopod reduced, with three smooth setae each.

Maxilla (Figure 5A–E): syncoxa with rows of spinules on outer corner and three endites: one praecoxal and two coxal; praecoxal endite bilobular, each lobe with two distal plumose setae; two coxal endites with three distal spinulose setae each. Basis with one inner bare seta on a strong pectinate claw and two strong, remarkably plumose setae, and four slender bare setae near base of claw.

Maxilliped (Figure 5F): syncoxa and basis well developed. Syncoxa with one spinulose seta at inner distal corner, and spinule rows on anterior surface. Basis with rows of spinules on anterior surface and some minute spinules at outer margin, with inner median pinnate seta. Endopod with one large pinnate claw, and with one conical process bearing one lateral and one apical setae.

P1 (Figure 6A): praecoxa naked, coxa with spinular ornamentation pattern as shown. Basis with one inner pinnate seta and outer plumose element. Endopod much shorter than exopod, both three-segmented. Endopod I much longer than enp II and enp III combined, with one spine-like inner plumose seta; enp II shorter than last segment without seta; enp III with one strong outwardly curved claw-like smooth seta, one spine-like and one inner slender setae. Both exp I and exp II long, exp III reduced. Exopod I with one smooth outer seta; exp II with one smooth seta at two-thirds of outer margin, and one inner spinulose seta; exp III with two median distal claw-like setae, one inner and two outer spine-like setae.

P2–P3 (Figures 6B, 7A): coxa with rows of spinules. Basis bare, with one pinnate outer seta. Endopod three-segmented; enp I and enp II with one inner plumose seta each; enp III with one outer pinnate spine-like seta, three plumose setae: two median distal and one outer. Exopod three-segmented; exp I and exp II with outer pinnate spine each, and inner plumose seta; exp III with three outer pinnate spines, two plumose setae apically, and two inner plumose setae.

P4 (Figure 7B): as P2 and P3, except for enp II without inner seta.

Armature formula of P1–P4 is shown in Table 1.

P5 (Figure 2A): baseopod large, with spinular row along outer margin, with one outer basal smooth seta and five spinulose setae of unequal length on endopodal

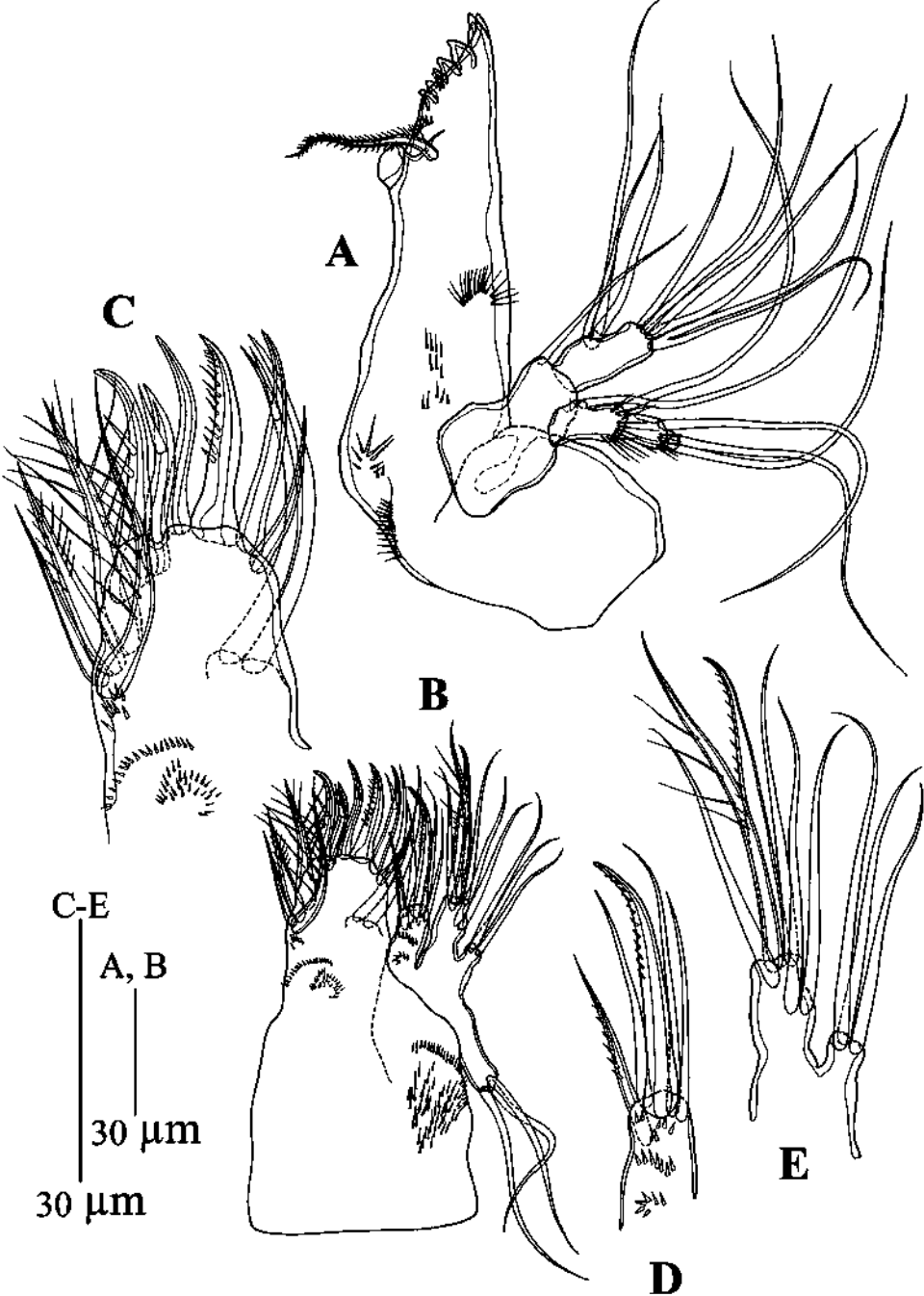


Figure 4. *Tigriopus sirindhornae* sp. nov., female. (A) Mandible, anterior view; (B) maxillule, anterior view; (C) praecoxal arthritis; (D) coxa; (E) basis and endopod.

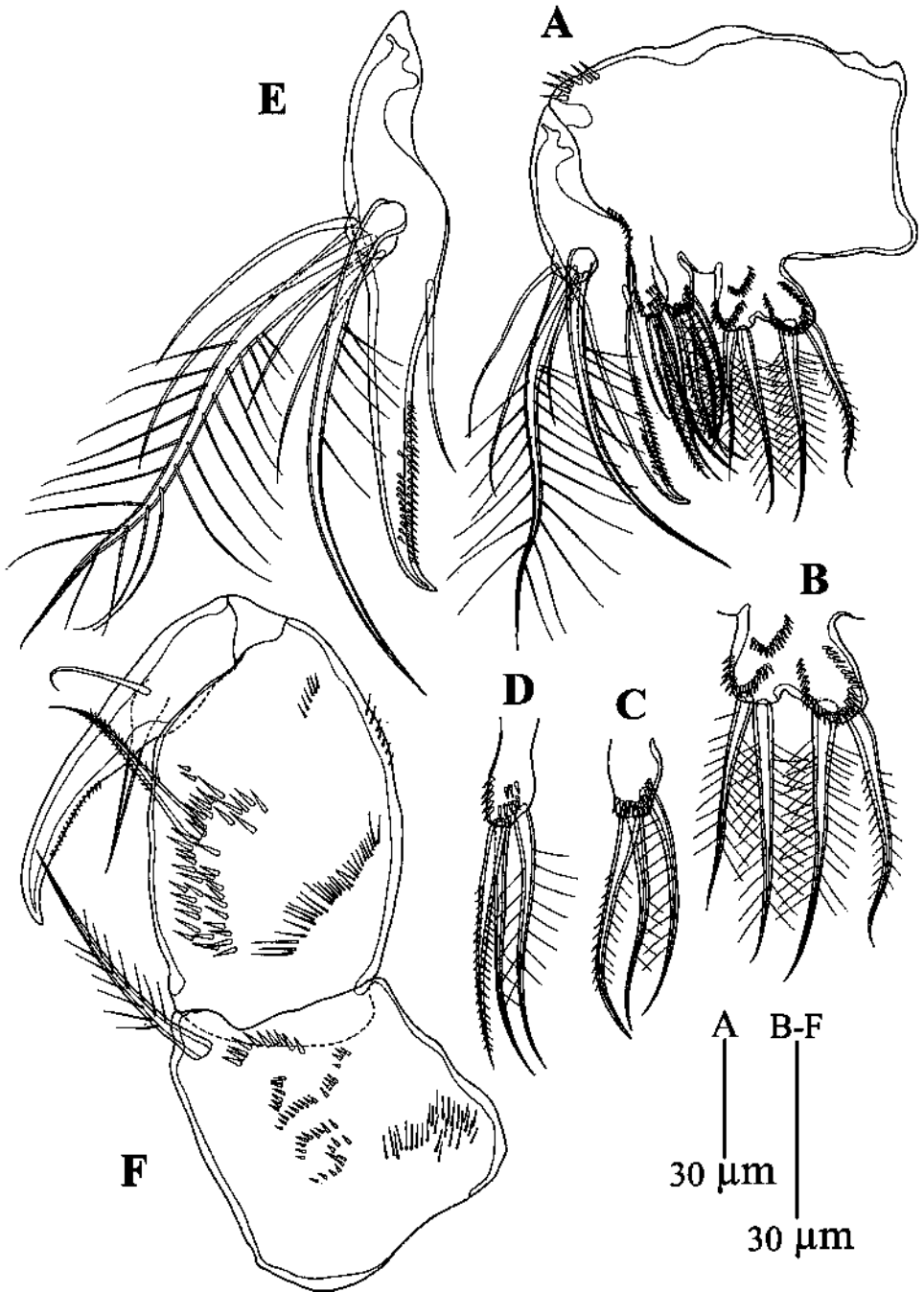


Figure 5. *Tigriopus sirindhornae* sp. nov., female. (A) Maxilla, posterior view; (B) praecoxal endite; (C, D) coxal endites; (E) basis; (F) maxilliped, anterior view.

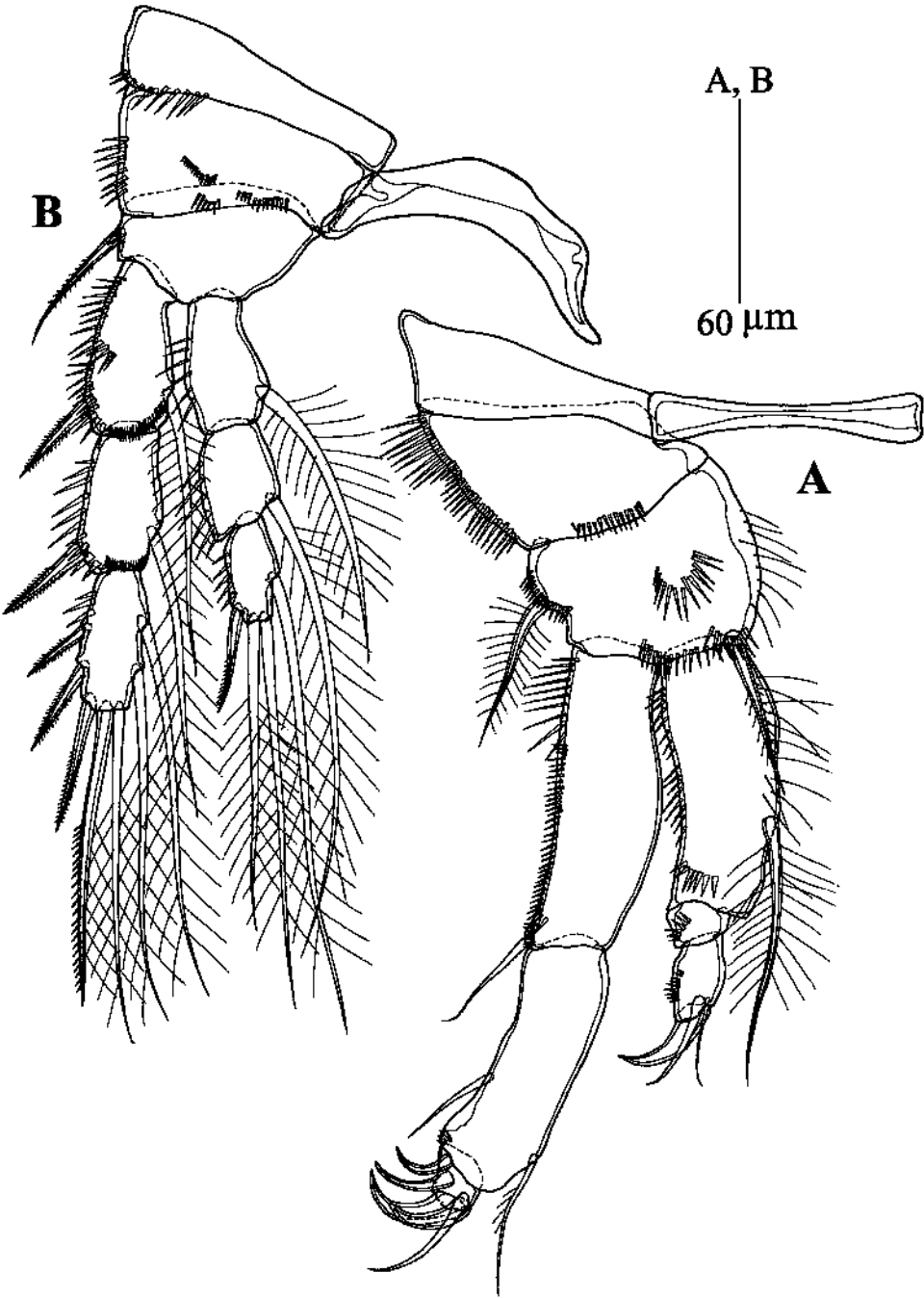


Figure 6. *Tigriopus sirindhornae* sp. nov., female. (A) Right P1; (B) right P2, posterior view.

lobe, second outermost being longest. Anterior face of exopod covered with longer-sized spinules, with four outer spinulose and one innermost smooth seta, the second innermost longest.

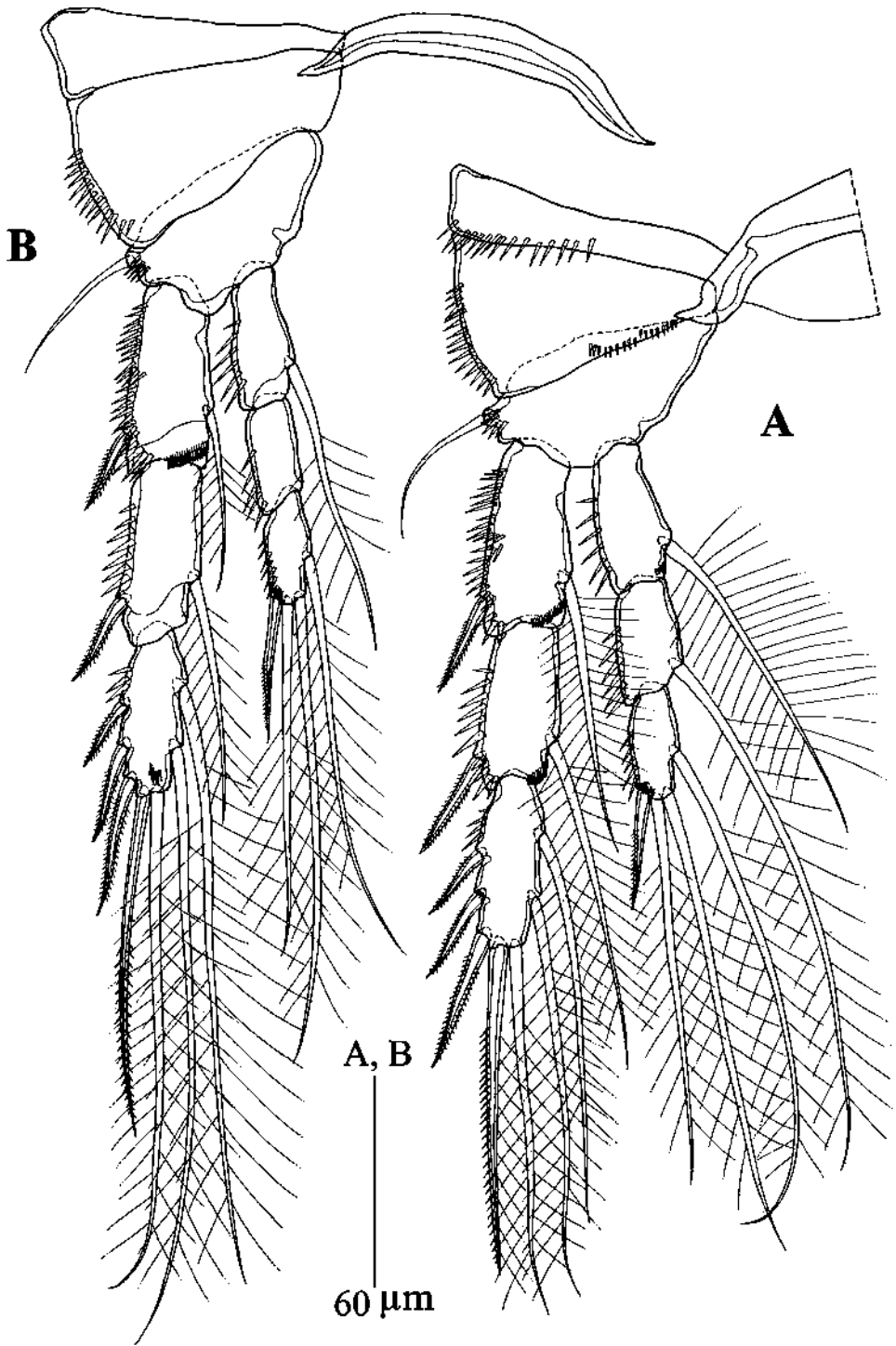


Figure 7. *Tigriopus sirindhornae* sp. nov., female. (A) Right P3; (B) right P4, posterior view.



Table 1. Armature formula of P1–P4 of female *Tigriopus sirindhornae* sp. nov.

	Exopod	Endopod
P1	1-0;1,1;V-1	1-0;0-0;2,I
P2	I-1; I-1, III,2,2	1-0;1-0;1,2,I
P3	I-1; I-1; III, 2,2	1-0;1-0;1,2,I
P4	I-1; I-1; III,2,2	1-0;0-0;1,2,I

Arabic numbers represent setae, Roman numerals represent spines.

*Male.* Total length of allotype, 0.92 mm (Figure 8A, B), total length of paratype, 1.0 mm ( $n = 12$ , mean = 0.90 mm) measured from tip of rostrum to posterior margin of caudal ramus. Body surface as in female but having more sensillae. General body shape and size similar to female. Sexual dimorphism expressed in A1, A2, P2, P5, P6 and urosomites.

Urosome (Figure 9A, B): six-segmented, comprising P5 bearing-somite, genital somite, three abdominal and anal somites. In ventral view, Uro3 to Uro6 furnished with small spinules at posterior margin. Armature and ornamentation as in female.

Antennule (Figure 10A, B): subchirocer, seven-segmented. First segment with small spinules on anterior inner surface, fifth one shortest, sixth one globularly expanded with long aesthetasc, seventh one developing claw-like outer process. Armature formula: 1-(1), 2-(1), 3-(11), 4-(6), 5-(12 + ae), 6-(0), 7-(7 + ae).

Antenna (Figure 10C): as in female, except for anterior edge of allobasis without seta.

P1 (Figure 11A): as in female, except for basis with longer inner seta.

P2 (Figure 11B): basis with one outer smooth seta. Endopod three-segmented as long as exp I and exp II lengths combined; first segment with one inner plumose seta; second segment with inner curved spinulose seta twice as long as exp III, with distinct outer spiniform apophysis; third segment reduced, with one inner plumose seta, two distal plumose setae and one outer apical spine. Exopod three-segmented, as in female.

P3 and P4 (Figure 12A, B): as in female.

P5 (Figure 9A, B): both baseoendopods confluent, with one inner short endopodal seta and long slender outer seta. Exopod twice as long as wide, with five smooth unequal setae; apical, innermost seta longest, about 3.5 times as long as exopod.

P6 (Figure 9A, B): represented by three setae, innermost longer than outermost, middle one shortest.

### Remarks

Wells (2007) reported difficulties in finding characters useful to separate the females of species of *Tigriopus*. The taxonomy and correct identification of specimens of this genus is not an easy task as one has to pay attention to subtle details such as the number of sensilla on the rostrum; all species of *Tigriopus* have two pairs of rostral sensillae, if carefully examined. Other taxonomically important characters include also the armature and ornamentation of A1, A2, mouthparts, appendages and urosomites.

*Tigriopus sirindhornae* sp. nov. shares the same generic characters with its known congeners: (1) body compact, cycloform; (2) rostrum with two pairs of sensillae;

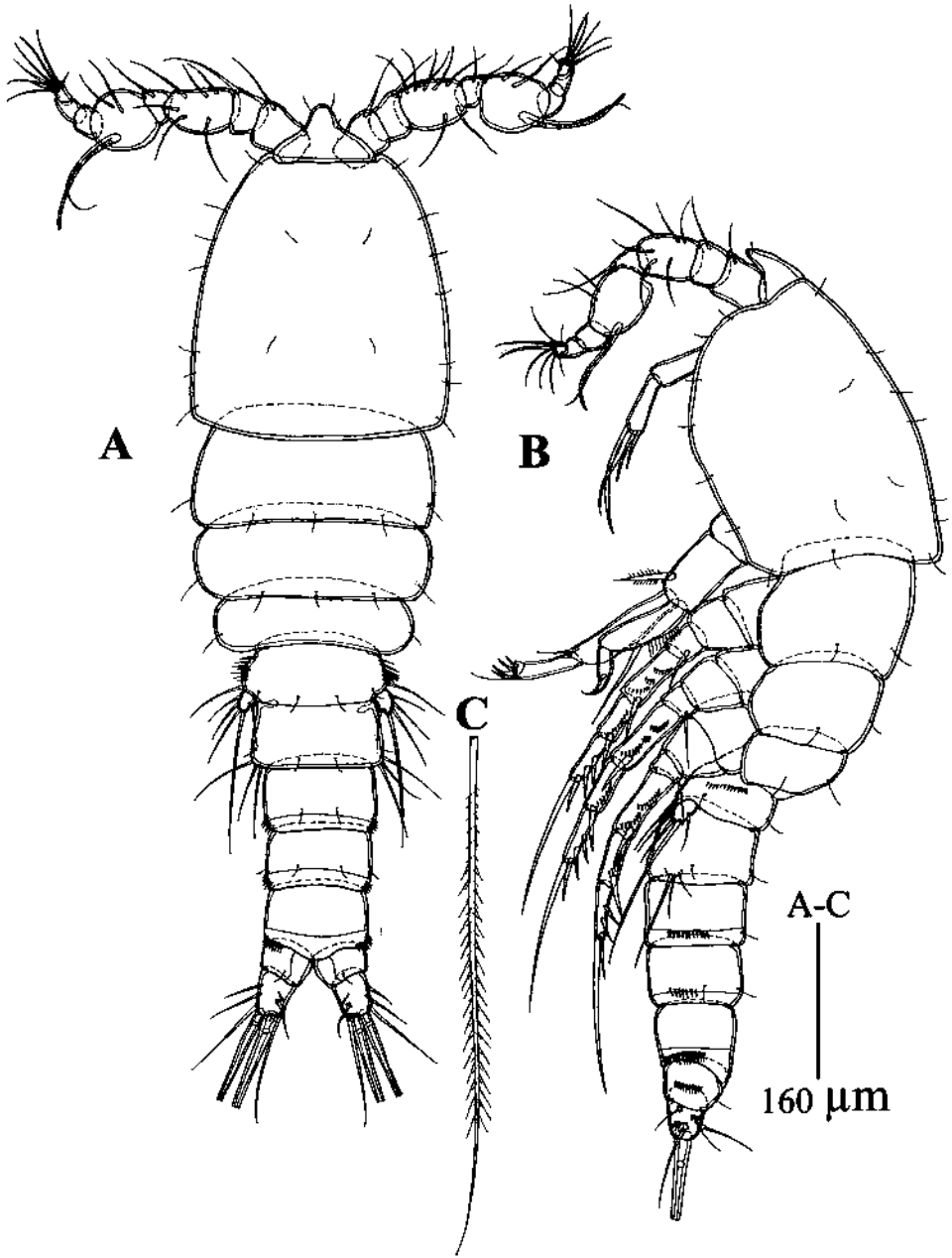


Figure 8. *Tigriopus sirindhornae* sp. nov., male. (A) Habitus, dorsal view; (B) habitus, lateral view; (C) caudal seta V.

(3) nine-segmented antennule in female; (4) A2 exopod three-segmented; (5) absence of abexopodal seta on allobasis of antenna in male; and (6) with distinct outer spiniform apophysis on male P2 enp II.

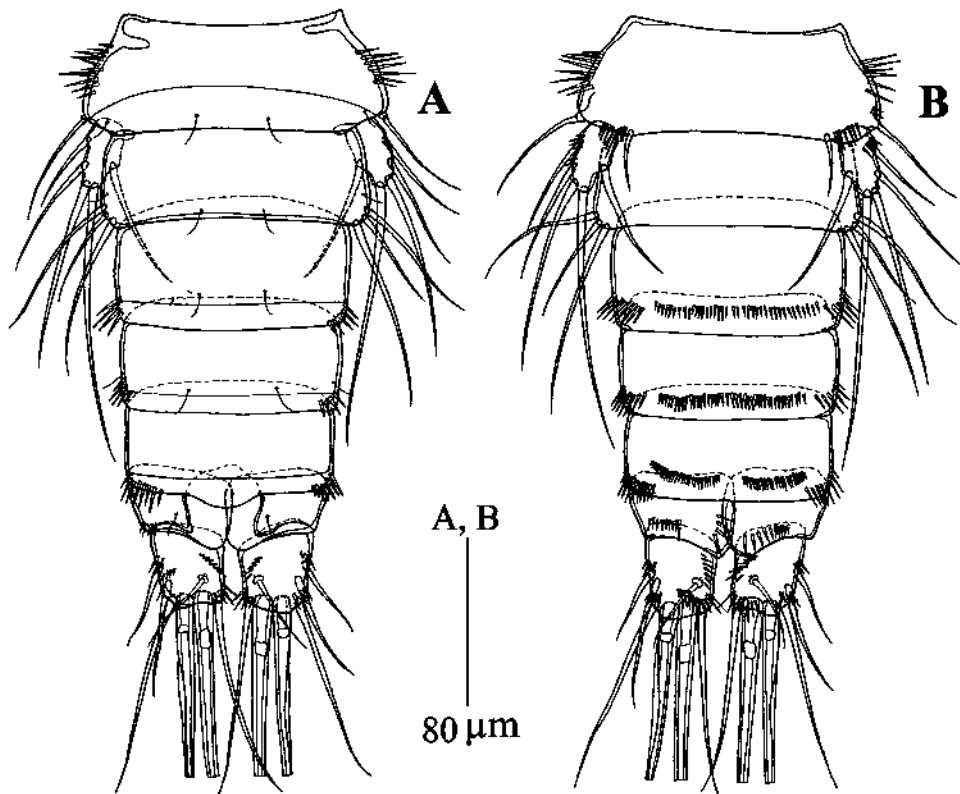


Figure 9. *Tigriopus sirindhornae* sp. nov., male. (A) Urosome, dorsal view; (B) urosome, ventral view.

Females of *T. sirindhornae* are unique in combining the following characters: (1) whole body with relatively fewer sensillae; (2) first segment of A1 ornamented with fewer spinules; (3) mandible with more spinules on coxal surface, only one seta on the mandibular basis and three-segmented exp; (4) maxillule with more spinules on praecoxal surface, arthrite with four bare and five spinulose spines on inner edge; (5) maxilla with three syncoxal endites ornamented with dense minute spinules; (6) basis of mxp with one inner median pinnate seta, enp with one large pinnate claw; (7) praecoxa of P1 bare, exp II without surface ornamentation, exp III with four curved outwardly smooth spine-like setae apically; (8) exopod of P5 with four outer spinulose and one innermost smooth seta.

*Tigriopus sirindhornae* females share with their closest relatives, *T. thailandensis* and *T. japonicus*, the following characters: the presence of two inner setae on P4 exp III, whereas other congeners bear three setae. The endopod of A2 is more slender and elongate in *T. sirindhornae* and *T. thailandensis* than it is in *T. japonicus*; there are fewer small spinules on the first segment of A1 of *T. sirindhornae* than in *T. thailandensis*, whereas spinules are absent on *T. japonicus*. In both males and females of *T. sirindhornae*, the P1 exp III bears five setae, two median distal claw-like setae, one inner and two outer spine-like setae, whereas *T. thailandensis* bears five claw-like

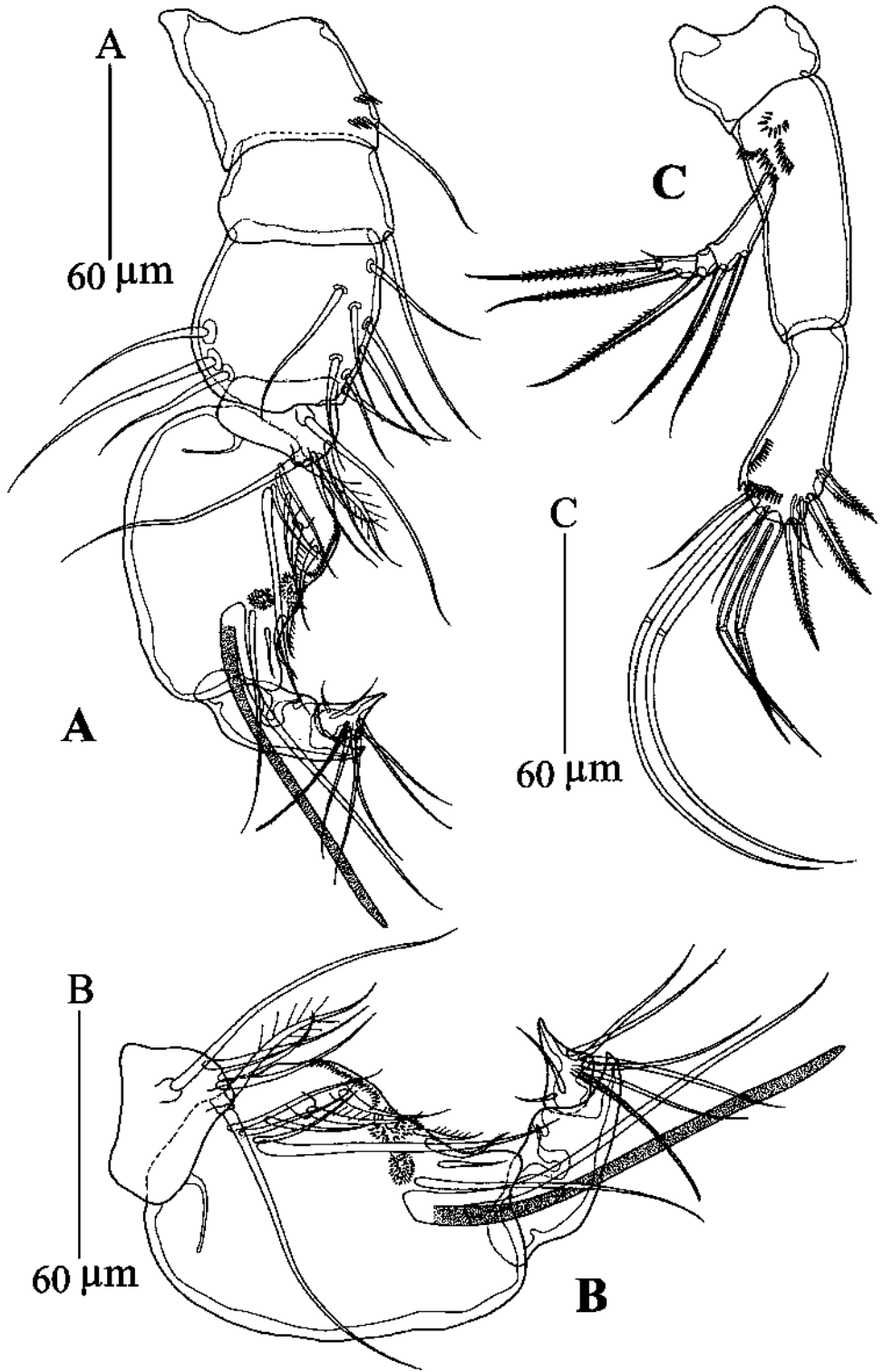


Figure 10. *Tigriopus sirindhornae* sp. nov., male. (A) Right antennule, anterior view; (B) A1 distal part; (C) right antenna, anterior view.

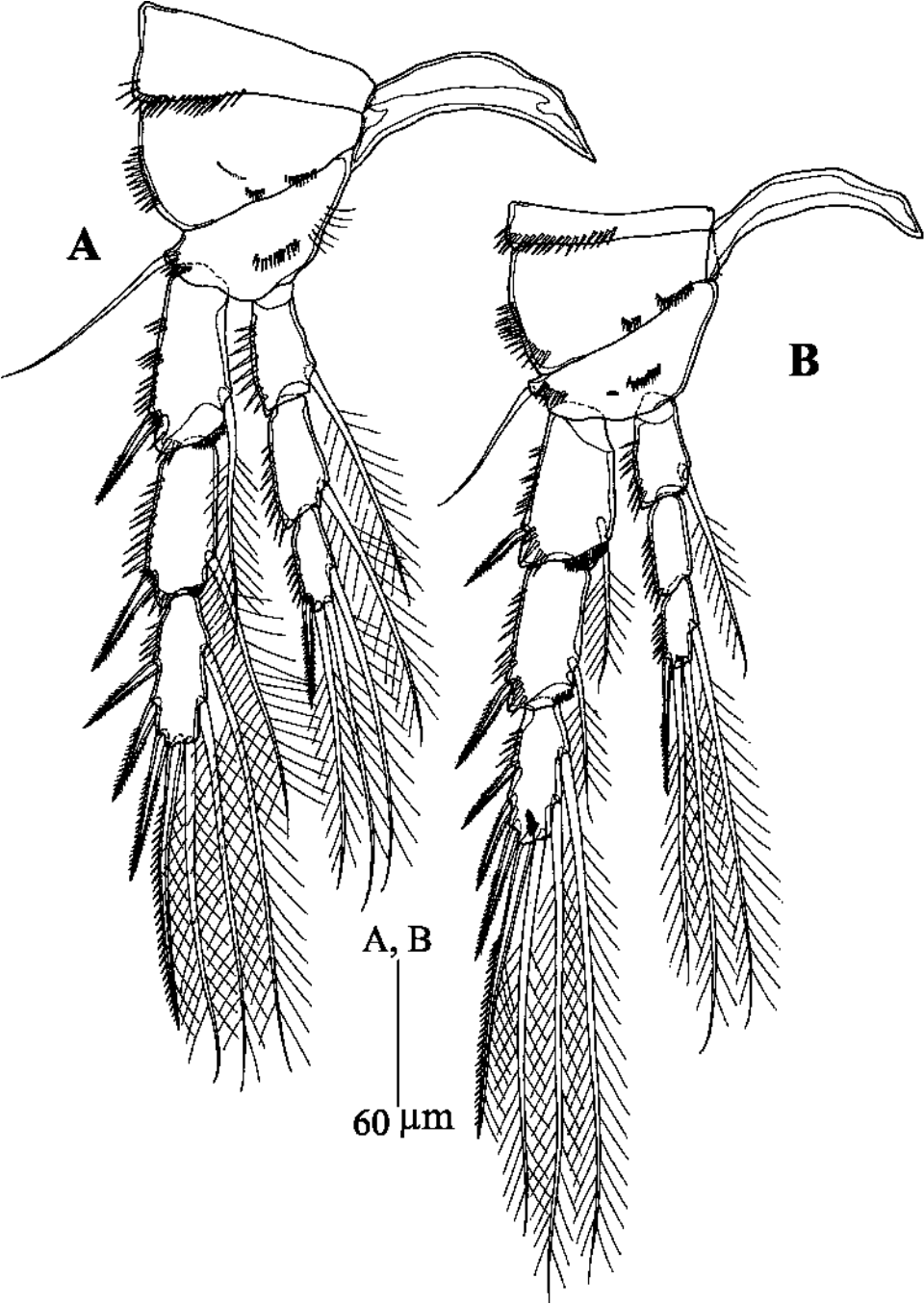


Figure 11. *Tigriopus sirindhornae* sp. nov., male. (A) Right P1; (B) right P2, posterior view.

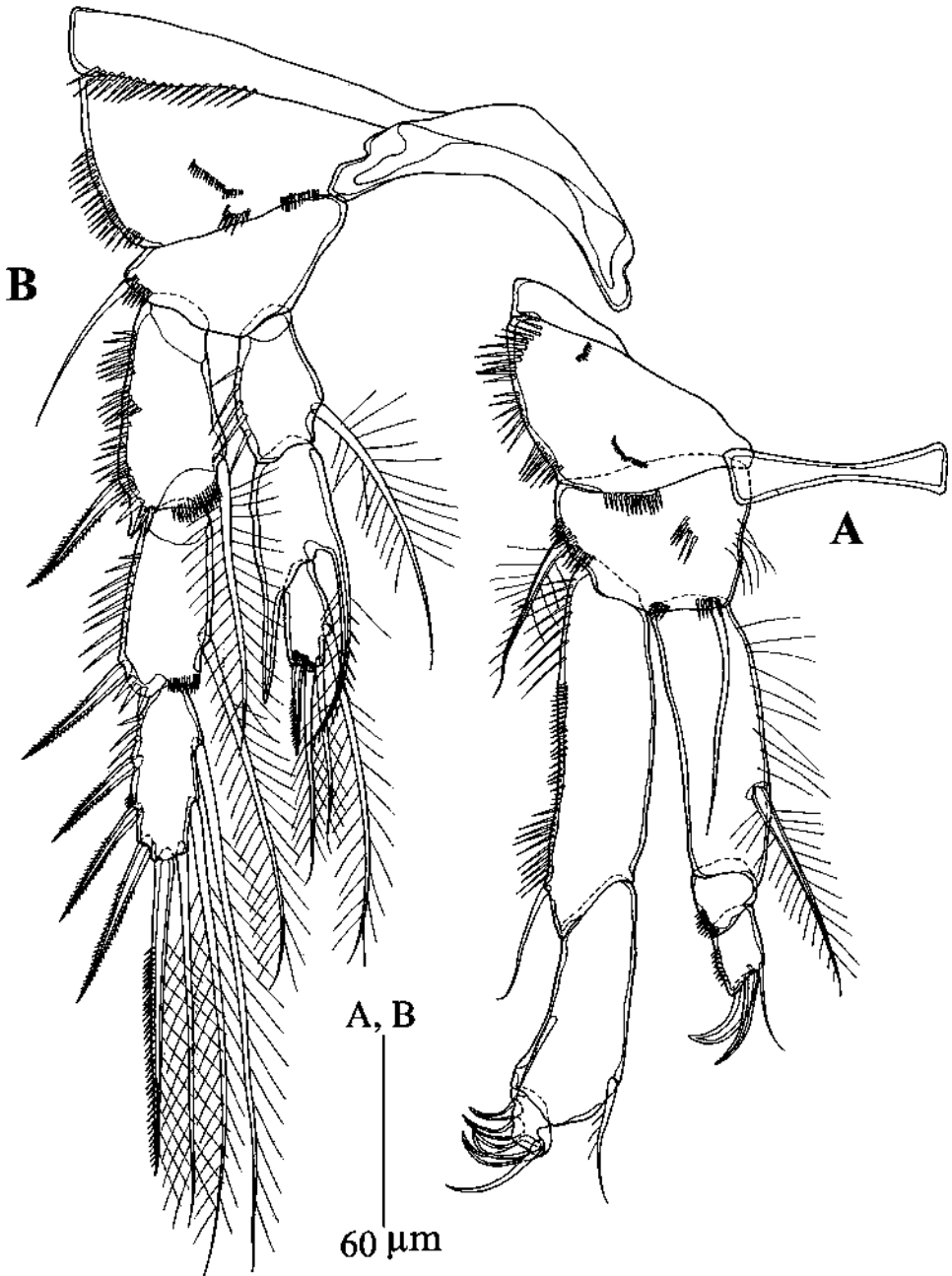


Figure 12. *Tigriopus sirindhornae* sp. nov., male. (A) Right P3; (B) right P4, posterior view.

setae, with the outermost one being slender, and *T. japonicus* has three setae, with the outermost seta being stout. In *T. sirindhornae* and *T. thailandensis* the P1 enp I bears strong spiniform spinules along its distal rim, whereas only tiny spinules are present in *T. japonicus* (Mori 1938; Chullasorn et al. 2012).

Table 2. Worldwide zoogeographic distribution of *Tigriopus* Norman, 1869.

Species	Locality	Source
1. <i>T. angulatus</i> Lang, 1933	New Zealand	Lang (1933)
2. <i>T. brachydactylus</i> Candeias, 1959	Northern Europe	Candeias (1959)
3. <i>T. brevicornis</i> Müller, 1776	Atlantic coast of Spain	Müller (1776)
4. <i>T. californicus</i> Baker, 1912	North America	Baker, 1912
5. <i>T. crozettensis</i> Soyer et al., 1987	Crozet Islands, South India Ocean	Soyer et al. (1987)
6. <i>T. fulvus</i> Fischer, 1860	Mediterranean Sea	Fischer, (1860)
7. <i>T. igai</i> Itô, 1977	Bonin Islands, Japan	Itô (1977)
8. <i>T. japonicus</i> Mori, 1938	Shimoda, Japan	Mori (1938)
9. <i>T. kerguelensis</i> Soyer et al., 1987	Kerguelen Islands, South Indian Ocean	Soyer et al. (1987)
10. <i>T. minutus</i> Bozic, 1960	Goree, Senegal	Bozic (1960)
11. <i>T. raki</i> Bradford, 1967	New Zealand	Bradford (1967)
12. <i>T. thailandensis</i> Chullasorn et al. 2012	Bangsaen, Thailand	Chullasorn et al. (2012)
13. <i>T. sirindhornae</i> sp. nov.	Rayong, Thailand	Present study

*Tigriopus sirindhornae* differs from its only other Thailand congener, *T. thailandensis*, as follows: whole body of *T. sirindhornae* with fewer sensillae; posterior margin of cephalothorax smooth; A1 of female with large aesthetasc on fourth and acrothek on terminal segments; exopod II of P1, praecoxa, coxa and basis of P4 without surface ornamentation. In addition, there are differences in body ornamentation, details of oral appendages, structure of the genital field, and armature formula of appendages.

The discovery of the new species *T. sirindhornae* increases the number of recognized species in the genus *Tigriopus* to 13 (Table 2). The present key is modified from Bradford (1967) and Itô (1969), and is an aid to the identification of species of *Tigriopus* (the key will work best if both female and male specimens are available).

### Key to species of *Tigriopus*

1. P5 exp with five setae in both female and male ..... 2  
P5 exp with five setae in female and four setae in male ..... 3
2. P5 exp with five setae in male; anal operculum with finely hairs .....  
..... *T. californicus*  
P5 exp with five setae in male; anal operculum is naked ..... *T. brevicornis*
3. P5 exp with four setae in male; P4 exp III with two inner setae ... *T. japonicus*  
P5 exp with four setae in male; P4 exp III with three inner setae ..... 4
4. Baseoendopod of P5 without inner seta in male ..... *T. igai*  
Baseoendopod of P5 with one inner seta in male ..... 5
5. P6 with two setae in both female and male ..... *T. raki*  
P6 with three setae in both female and male ..... 6

6. P1 exp II without outer seta ..... 7  
 P1 exp II with one outer seta ..... 8
7. First endopodal segment of Mxp thickset and not excavated .....  
 ..... *T. brachydactylus*  
 First endopodal segment of Mxp slender and oval in shape ..... *T. minutus*
8. Mandibular basis with one seta ..... 9  
 Mandibular basis with two setae ..... *T. fulvus*
9. Caudal rami without rows of spinules on dorsal surface ..... *T. angulatus*  
 Caudal rami with rows of spinules on dorsal surface ..... 10
10. Anal somite and operculum with fine hair-like elements on dorsal surface ...  
 ..... 11  
 Anal somite and operculum not as above ..... 12
11. Tip of apophysis of male P2 rounded ..... *T. kerguelenensis*  
 Tip of apophysis of male P2 sharp ..... *T. crozettensis*
12. P1 exp II, P4 praecoxa, coxa and basis with surface ornamentation .....  
 ..... *T. thailandensis*  
 P1 exp II, P4 praecoxa, coxa and basis without surface ornamentation .....  
 ..... *T. Sirindhornae*

### Acknowledgements

This research is supported by the National Research Council of Thailand (NRCT) and Ramkhamhaeng University (NRCT2554A11202009). Hans-Uwe Dahms acknowledges the National Research Foundation of Korea for the support provided (NRF-2010-0025412). The authors thank Pawana Kangtia, Wongpiya Anansatitporn and Ratchadawan Jullawateelert for their assistance during preparation of this manuscript, and two anonymous reviewers for their valuable comments. Dr Frank D. Ferrari provided comments on a previous version of the manuscript.

### References

- Baker CF. 1912. Notes on the Crustacea of Laguna Beach. Annu Rep Laguna Mar Lab. 1:100–117.
- Boxshall GA, SH Halsey. 2004. An introduction to copepod diversity. 2 vols. London: The Ray Society.
- Bozic B. 1960. Le genre *Tigriopus* Norman (Copépodes Harpacticoïdes) et ses formes européennes; recherches morphologiques et expérimentales. Arch Zool Exp Gén. 98(3):167–269.
- Bradford J. 1967. The genus *Tigriopus* Norman (Copepoda, Harpacticoida) in New Zealand with a description of a new species. Trans Roy Soc NZ Zool. 10(6):51–59.
- Burton RS, Rawson PD, Edmands S. 1999. Genetic architecture of physiological phenotypes: empirical evidence for coadapted gene complexes. Am Zool. 39:451–462.
- Candeias A. 1959. Contribution to the knowledge of the Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) from the littoral of Angola. Publ Cult Comp Diam Angola Lisb. 45:79–104.
- Chullasorn S, Ivanenko VN, Dahms HU, Kangtia P, Yang WX. 2012. A new species of *Tigriopus* (Copepoda, Harpacticoida, Harpacticidae) from Thailand with the description of its naupliar development. Helgol Mar Res. 66:139–151.



- Dethier MN. 1980. Tidepools as refuges: predation and the limits of the harpacticoid copepod *Tigriopus californicus*. *J Exp Mar Biol Ecol.* 42:99–111.
- Edmands S. 1999. Heterosis and outbreeding depression in interpopulation crosses spanning a wide range of divergence. *Evolution* 53:1757–1768.
- Edmands S, Burton RS. 1998. Variation in cytochrome-c oxidase activity is not maternally inherited in the copepod *Tigriopus californicus*. *Heredity (Lond).* 80:668–674.
- Fischer S. 1860. Beiträge zur Kenntniss der Entomostraceen. *Abh Math-Phys Classe der K Bayer Akad Wiss.* 8:1–645.
- Huys R, Boxshall GA. 1991. Copepod evolution. London: The Ray Society.
- Itô T. 1969. Descriptions and records of marine harpacticoid copepods from Hokkaido, II. *J Fac Sci Hokkaido Univ Ser VI Zool.* 17(1):58–64.
- Itô T. 1970. The biology of a harpacticoid copepod, *Tigriopus japonicus* Mori. *J Fac Sci Hokkaido Univ Ser VI Zool.* 17(3):474–482.
- Itô T. 1973. Ventral nerve cord of *Tigriopus japonicus* Mori (Copepoda, Harpacticoida). *Annot Zool Jpn.* 46(1):45–48.
- Itô T. 1977. New species of marine harpacticoid copepods of the genera *Harpacticella* and *Tigriopus* from the Bonin Islands, with reference to the morphology of copepodid stages. *J Fac Sci Hokkaido Univ Ser VI Zool.* 21(1):77–91.
- Jung SO, Lee YM, Park TJ, Park HG, Leung KMY, Dahms HU, Lee W, Lee JS. 2006. The complete mitochondrial genome of the intertidal copepod *Tigriopus* sp. (Copepoda, Harpacticidae) from Korea and phylogenetic considerations. *J Exp Mar Biol Ecol.* 333:251–262.
- Kelly LS, Snell TW. 1998. Role of surface glycoproteins in mate guarding of the marine harpacticoid *Tigriopus japonicus*. *Mar Biol.* 130:605–612.
- Kim IC, Kim YJ, Song SJ, Lee JS, Lee W. 2003. The intertidal harpacticoid copepod *Tigriopus japonicus* (Crustacea: Copepoda)  $\beta$ -actin gene: cloning, sequence and intra-species variation. *DNA Seq.* 14:279–284.
- Kim IC, Kim YJ, Lee Y-M, Kim BG, Park TJ, Kim HS, Jung MM, Williams TD, Lee W, Lee JS. 2004. cDNA cloning of translationally controlled tumor protein/histamine releasing factor (TCTP/HRF) from the intertidal harpacticoid copepod *Tigriopus japonicus*. *DNA Seq.* 15:159–163.
- Koga F. 1970. On the life history of *Tigriopus japonicus* Mori (Copepoda). *J Oceanogr Soc Japan.* 26(1):11–21.
- Lang K. 1933. Zwei neue Brackwasserharpacticiden von den Maequarie-Inseln. *Kunl Fysiogr Sällsk Lund Förh.* 3(1):1–14.
- Lang K. 1948. Monographie der Harpacticiden I + II. Lund: Håkan Ohlsson's Bøcktryckeri.
- Lee JS. 2003. cDNA cloning of *rhoA* gene from the intertidal harpacticoid copepod *Tigriopus japonicus* (Crustacea, Copepoda). *Korean J Gen.* 25:403–408.
- Lee YM, Kim IC, Jung SO, Lee JS. 2005. Analysis of 686 expressed sequence tags (ESTs) from the intertidal harpacticoid copepod *Tigriopus japonicus* (Crustacea, Copepoda). *Mar Poll Bull.* 51:757–768.
- Machida RJ, Miya MU, Nishida M, Nishida S. 2002 Complete mitochondrial DNA sequence of *Tigriopus japonicus* (Crustacea: Copepoda). *Mar Biotech.* 4: 406–417.
- McAllen R. 1998. Life at its limits – the ecophysiology of the high shore rockpool inhabitant *Tigriopus brevicornis* [PhD thesis]. [London]: University of London.
- McAllen R. 1999. *Enteromorpha intestinalis* – a refuge for the supralittoral rockpool harpacticoid copepod *Tigriopus brevicornis*. *J Mar Biol Assoc UK.* 79:1125–1126.
- McAllen R, Block W. 1997. Aspects of the cryobiology of the intertidal harpacticoid copepod *Tigriopus brevicornis*. *Cryobiology* 35:309–317.
- Mori T. 1938. *Tigriopus japonicus*, a new species of neritic Copepoda. *Zool Mag Tokyo.* 50(5):294–295.

- Müller OF. 1776. *Zoologiae Danicae Prodromus, seu Animalium Daniae et Norvegiae indigenarum characters, nomina et synonyma imprimis popularium*: i–xxxii, 1–274. Havniae: M Hallager.
- Raisuddin S, Kwok KWH, Leung KMY, Schlenk D, Lee JS. 2007. The copepod *Tigriopus*: a promising marine model organism for ecotoxicology and environmental genomics. *Aquat Toxicol.* 83:161–173.
- Soyer J, Thiriot-Quievreux C, Colomines JC. 1987. Description de deux espèces jumelles du groupe *Tigriopus angulatus* (Copepoda, Harpacticoida) dans les archipels Crozet et Kerguelen (Terres Australes et Antarctiques Françaises). *Zool Scr.* 16(2):143–154.
- Wells BJ. 2007. An annotated checklist and keys to the species of Copepoda Harpacticoida (Crustacea). *Zootaxa* 1568:1–872.

#### 4. สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา (Conclusion and Discussion)

ในการดำเนินการวิจัยขั้นแรกสุด ได้ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็ก 3 ชนิด ได้แก่ *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis* sp. และ *Chaetoceros* sp. เพื่อใช้เป็นอาหารเลี้ยงฮาร์แพคติกอยโคพีพอด 5 ชนิด : *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Nitocra karanovici* และ *Paramphiascella choi* โดยได้เพิ่ม *spirulina*+*yeast*+*carrot* เข้าไปร่วมกับสาหร่ายขนาดเล็กด้วย (สุภาวดี จุลละสร 2556) ส่วน *Brachionus* sp. เลี้ยงด้วย *Chlorella*+*yeast* สำหรับ *Artemia* nauplii ไม่ต้องให้อาหาร หลังจากฟักไข่เปลือกหนาได้เป็นตัวอ่อนว่ายน้ำแล้ว ก็สามารถนำมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนได้ทันที

จากการทดลองเป็นเวลา 3 ปี ได้ทำการฟักไข่และอนุบาลลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อนจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ปลาการ์ตูนส้มขาว ปลาการ์ตูนมะเขือเทศ ปลาการ์ตูนลายปล้อง และปลาการ์ตูนอานม้า ซึ่งได้กำหนดไว้ในโครงการเพียง 3 ชนิด ในปีที่ 3 บริษัท เพอร์คูล่า ฟาร์ม จำกัด ได้ให้ไข่ปลาการ์ตูนอานม้ามาด้วย ก็ได้ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกัน หลักในการทดลองทั้งหมด ได้ใส่ฮาร์แพคติกอยโคพีพอด 5 ชนิดแยกกันเป็นอาหารตุ้ละ 1 ชนิด ตุ้ที่ 6 ใส่ฮาร์แพคติกอยโคพีพอด 5 ชนิดรวมกัน แล้วตุ้ที่ 7 ใส่ *Brachionus* sp.+*Artemia* nauplii เป็นอาหารมีชีวิตอนุบาลลูกปลาการ์ตูนทั้ง 4 ชนิด

สรุปผลการทดลองดังนี้:-

1. อัตรารอดและการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อน 4 ชนิด
2. คุณค่าทางอาหารของฮาร์แพคติกอยโคพีพอด 5 ชนิด
3. ได้ตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารนานาชาติที่ได้พบฮาร์แพคติกอยโคพีพอดชนิดใหม่ของโลก (new species) 3 ชนิด

#### 1. อัตรารอดและการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อน 4 ชนิด

##### 1.1 ลูกปลาการ์ตูนส้มขาว (*Amphiprion ocellaris* larvae) จำนวน 2 ครอป

ครอป 1 - ใส่ลูกปลาตุ้ละ 5 ตัวอนุบาลด้วย *T. sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* และ Harpacticoid copepods 5 ชนิดรวมกัน ลูกปลา มีอัตราอดร้อยละ 100 ขณะที่อนุบาลด้วย *Nitocra karanovici* และ *Brachionus*+*Artemia* nauplii มีอัตราอดร้อยละ 80

ลูกปลาที่อนุบาลด้วย *T. thailandensis* มีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความยาว 2.28 ซม. และมีน้ำหนัก 0.28 กรัม ขณะที่อนุบาลด้วย *Brachionus+Artemia nauplii* เจริญเติบโตน้อยที่สุดยาวเพียง 1.80 ซม. และหนักเพียง 0.14 กรัม (ตารางที่ 1)

ครอป II - ใส่ลูกปลาคู่ละ 7 ตัวอนุบาลด้วย *T. sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi*, *Nitocra karanovici* และ Harpacticoid copepods 5 ชนิดรวมกัน รวมทั้ง *Brachionus+Artemia nauplii* ลูกปลาที่มีอัตราการรอดร้อยละ 100

ลูกปลาที่อนุบาลด้วย *T. thailandensis* มีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความยาว 2.71 ซม. และมีน้ำหนัก 0.40 กรัม ขณะที่อนุบาลด้วย *Brachionus+Artemia nauplii* มีการเติบโตน้อยที่สุดยาวเพียง 2.44 ซม. และหนักเพียง 0.28 กรัม (ตารางที่ 2)

## 1.2 ลูกปลาการ์ตูนมะเขือเทศ (*Amphiprion frenatus* larvae) จำนวน 3 ครอป

ครอป I - ใส่ลูกปลาคู่ละ 5 ตัวอนุบาลด้วย *T. sirindhornae* และ *T. thailandensis* ลูกปลาที่มีอัตราการรอดร้อยละ 100

ลูกปลาที่อนุบาลด้วย *T. sirindhornae* ยาว 2.18 ซม. และหนัก 0.21 กรัม ใกล้เคียงกับที่อนุบาลด้วย *T. thailandensis* ที่ยาว 2.12 ซม. และหนัก 0.22 กรัม (ตารางที่ 3)

ครอป II - ใส่ลูกปลาคู่ละ 5 ตัวอนุบาลด้วย *T. sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus* และ Harpacticoid copepods 5 ชนิดรวมกัน รวมทั้ง *Brachionus+Artemia nauplii* ลูกปลาที่มีอัตราการรอดร้อยละ 100

ลูกปลาที่อนุบาลด้วย *T. sirindhornae* มีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความยาว 2.28 ซม. และมีน้ำหนัก 0.25 กรัม ขณะที่อนุบาลด้วย *Brachionus+Artemia nauplii* มีการเติบโตน้อยที่สุดยาวเพียง 1.68 ซม. และหนักเพียง 0.09 กรัม (ตารางที่ 4)

ครอป III - ใส่ลูกปลาคู่ละ 5 ตัวอนุบาลด้วย *T. sirindhornae* และ *T. japonicus* ลูกปลาที่มีอัตราการรอดร้อยละ 100 สำหรับลูกปลาที่อนุบาลด้วย *Paramphiascella choi* และ *Nitocra karanovici* มีอัตราการรอดร้อยละ 80

ลูกปลาที่อนุบาลด้วย *N. karanovici* มีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความยาว 2.16 ซม. และมีน้ำหนัก 0.23 กรัม ขณะที่อนุบาลด้วย *P. choi* มีการเติบโตน้อยที่สุดยาว 2.08 ซม. และหนัก 0.21 กรัม (ตารางที่ 5)

### 1.3 ลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง (*Amphiprion clarkii* larvae) จำนวน 2 ครอป

ครอป I - ใส่ลูกปลาตู้ละ 5 ตัวอนุบาลด้วย *T. sirindhornae* และ *T. japonicus* ลูกปลาที่มีอัตราการรอดร้อยละ 100 ขณะที่อนุบาลด้วย *Brachionus+Artemia* nauplii มีอัตราการรอดร้อยละ 80 ส่วน *T. thailandensis* มีอัตราการรอดเพียงร้อยละ 40 เท่านั้น

ลูกปลาที่อนุบาลด้วย *T. sirindhornae* มีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความยาว 2.60 ซม. และมีน้ำหนัก 0.42 กรัม ส่วน *Brachionus+Artemia* nauplii เจริญเติบโตน้อยที่สุดโดยมีความยาว 2.23 ซม. และหนัก 0.24 กรัม (ตารางที่ 6)

ครอป II - ใส่ลูกปลาตู้ละ 30 ตัวอนุบาลด้วย *T. sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi*, *Nitocra karanovici* และ Harpacticoid copepods 5 ชนิดรวมกัน รวมทั้ง *Brachionus+Artemia* nauplii ลูกปลาที่มีอัตราการรอดร้อยละ 100

ลูกปลาที่อนุบาลด้วย Harpacticoid copepods 5 ชนิดรวมกัน มีการเจริญเติบโตดีที่สุดโดยมีความยาว 3.47 ซม. และมีน้ำหนัก 0.73 กรัม ขณะที่ *Brachionus+Artemia* nauplii เจริญเติบโตน้อยที่สุดโดยมีความยาว 2.36 ซม. และหนัก 0.26 กรัม (ตารางที่ 7)

### 1.4 ลูกปลาการ์ตูนอานม้า (*Amphiprion polymnus* larvae) จำนวน 1 ครอป

ใส่ลูกปลาตู้ละ 16 ตัวอนุบาลด้วย *T. sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi*, *Nitocra karanovici* และ Harpacticoid copepods 5 ชนิด รวมทั้ง *Brachionus+Artemia* nauplii มีอัตราการรอดร้อยละ 100

ลูกปลาที่อนุบาลด้วย *T. sirindhornae* มีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความยาว 2.86 ซม. และมีน้ำหนัก 0.46 กรัม ขณะที่ *P. choi* เจริญเติบโตน้อยที่สุดโดยมีความยาว 2.42 ซม. และหนัก 0.32 กรัม (ตารางที่ 8)

สรุปได้ว่า การอนุบาลลูกปลาการ์ตูนแรกฟักจำเป็นต้องใช้โรติเฟอร์น้ำเค็มสกุล *Brachionus* (s-type) ขนาดเล็กที่สุดเป็นอาหารตั้งแต่วันแรกและถัดมา แล้วให้ตัวอ่อนระยะหนอเปลี่ยสของฮาร์แพคติกอยโคพีพอดร่วมด้วยในวันถัดมาจนครบ 10 วัน ต่อจากนั้นจึงเข้าสู่การทดลอง ไม่รบกวนลูกปลาตลอด 10 วันแรก เนื่องจากลูกปลาดกใจและตายง่าย รวมทั้งต้องระวังไม่ให้หน้าในตู้อนุบาลลูกปลาขุ่น มิฉะนั้น ลูกปลาจะตายยกตู้ ต้องเอาใจใส่ดูแลอย่างละเอียด คอยสังเกตพฤติกรรมตลอดเวลา จึงสามารถประสบความสำเร็จ

## 2. คุณค่าทางอาหารของฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด 5 ชนิด

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด 5 ชนิด คือ *T. sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus*, *Paramphiascella choi* และ *Nitocra karanovici* โดยแยกเป็นวิเคราะห์กรดไขมันและกรดอะมิโน

### 2.1 กรดไขมัน (Fatty acids)

*Tigriopus japonicus* พบกรดไขมัน 6 ชนิด, *T. thailandensis* 5 ชนิด และ *T. sirindhornae* 3 ชนิด ทั้ง Palmic acid และ Olcic acid พบในโคฟีพอดสกุล *Tigriopus* ทั้ง 3 ชนิด สำหรับ Pentadecanoic acid พบเฉพาะใน *T. sirindhornae* และ *T. thailandensis* จากผลการวิเคราะห์ *T. japonicus* มีกรดไขมันมากกว่าโดยมี Omega -3, -6 และ -9 แต่ *T. sirindhornae* และ *T. thailandensis* มีเพียง Omega -3 เท่านั้น

จากผลการทดลอง พบว่า *T. sirindhornae* และ *T. japonicus* ช่วยเพิ่มอัตราการรอดของลูกปลาการ์ตูนให้อยู่ที่ร้อยละ 100 ไม่มีการตายของลูกปลาระหว่างการทดลอง

ขณะที่ *T. sirindhornae* และ *T. thailandensis* ช่วยให้การเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนดีที่สุดดีกว่าอาหารชนิดอื่นที่ใช้ในการทดลอง

สำหรับผลการสกัดไขมันของ *Paramphiascella choi* และ *Nitocra karanovici* อ่านไม่ได้ อาจเป็นเพราะฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด 2 ชนิดนี้ มีพฤติกรรมคลุกอยู่กับสาหร่ายขนาดเล็ก ทำให้การสกัดเป็นไปได้ยาก อย่างไรก็ตามจะได้ดำเนินการต่อไปในอนาคต

### 2.2 กรดอะมิโน (Amino acids)

*Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis*, *T. japonicus* มี Aspartic acid, Glutamic acid, Leucine, Lysine, tyrosine และกรดอะมิโนตัวอื่น ๆ ใกล้เคียงกัน โดยมีมากกว่า *Paramphiascella choi* และ *Nitocra karanovici* ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับคุณค่าทางอาหารที่วิเคราะห์ได้ โดยภาพรวมสามารถกล่าวได้ว่า *Tigriopus sirindhornae*, *T. thailandensis* และ *T. japonicus* ช่วยเพิ่มอัตราการรอดและผลการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนได้ดีใกล้เคียงกัน ดีกว่า *Paramphiascella choi* และ *Nitocra karanovici*

การศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับ Lee et al. (2010) ที่ได้รายงานว่าอาหารมีชีวิตดึงดูดความสนใจและชื่นชอบของลูกปลาและลูกปลาวัยอ่อนหลากหลายชนิด โดย Barros & Valenti (2003) ได้เสริมว่าอาหารมีชีวิตมีส่วนประกอบที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและย่อย

ได้ง่าย ซึ่ง Lim et al. (2003) ยืนยันว่าอาหารมีชีวิตมีบทบาทเป็นอาหารสำคัญของลูกปลา  
สวยงามวัยอ่อน แต่มีนักวิจัยจำนวนมากเชื่อว่า *Artemia nauplii* ไม่มีคุณค่าเพียงพอสำหรับการ  
เจริญเติบโตของสัตว์น้ำวัยอ่อน ฉะนั้น จึงแนะนำให้หาอาหารมีชีวิตชนิดอื่นมาเสริม  
(New 2002) ซึ่ง Sornsupharp et al. (2013) ได้เขียนว่ากรดไขมันที่จำเป็นมีผลต่อการ  
เจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกกุ้งก้ามกราม รวมทั้ง Nhan et al. (2010) ได้แสดงให้เห็น  
ว่า ความหนาแน่นและอาหารมีผลต่ออัตราการรอดและการพัฒนาของลูกสัตว์น้ำ  
การทดลองนี้ ได้ผลตรงกับ Olivotto et al. (2008) ได้ใช้ฮาร์แพคติกอยโคพีพอด  
สกุล *Tisbe* ในการเป็นอาหารมีชีวิตอนุบาลลูกปลาการ์ตูนลายปล้อง โดยสรุปว่า การใช้สูตร  
อาหาร: Rotifers+*Artemia nauplii*+ *Tisbe nauplii*, copepodids+adults มีผลทำให้ลูกปลา  
การ์ตูนเจริญเติบโตและรอดชีวิตสูงกว่าสูตรอาหารอื่น การอนุบาลลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อนแรก  
ฟัก ควรใช้ Rotifers ขนาดเล็กเป็นอาหารทันทีที่ลูกปลาฟักออกจากไข่ ต่อมาจึงให้ nauplii,  
copepodids และ adults ของฮาร์แพคติกอยโคพีพอด เช่น *Tigriopus*, *Paramphiascella*,  
*Nitocra* และ *Tisbe* เป็นต้น

3. ได้ตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารนานาชาติที่ได้พบฮาร์แพคติกอยโคพีพอดชนิดใหม่  
ของโลก (new species) 3 ชนิด ได้แก่

Chullasorn, S., Anansatitporn, W., Kangtia, P., Klangsin P. and Jullawateelert R.

2011. Review of naupliar development among Miraciidae (Copepoda:  
Harpacticoida) with a naupliar description of *Paramphiascella choi* sp. nov.  
from Thailand. *Hydrobiologia* 666: 21–43.

Chullasorn, S., Ivanenko, V. N., Dahms, H-U., Kangtia, P. and Yang, W-X. 2012. A  
new species of *Tigriopus* (Copepoda, Harpacticoida, Harpacticidae) from  
Thailand with the description of its naupliar development. *Helgoland Marine  
Research* 66: 139-151.

Chullasorn, S., Dahms, H-U. and Kangtia, P. 2013. A new species of *Tigriopus*  
(Copepoda, Harpacticoida, Harpacticidae) from Thailand with a key to the  
species of the genus. *Journal of Natural History* 47(5-12): 427-447.

### ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการวิจัยนี้

1. สามารถเพิ่มอัตราการรอดของลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อน 4 ชนิดได้จากการใช้ ฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอดเป็นอาหารมีชีวิต
2. ได้พิสูจน์ว่าการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อนโดยใช้ฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอดเป็นอาหารให้ผลการเจริญเติบโตดีกว่าโรติเฟอร์และนอเพลีสแรกฟักของอาร์ทีเมีย
3. ได้ประสบการณ์วิธีการฟักไข่และการอนุบาลลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อนที่เหมาะสมที่สุด
4. ได้ทราบ ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอด โดยแยกเป็นกรดไขมันและกรดอะมิโน ซึ่งจำเป็นต่อการมีชีวิตรอดและการเจริญเติบโตของลูกปลาการ์ตูนวัยอ่อน
5. ได้ ค้นพบฮาร์แพคติกคอยโคฟีพอดชนิดใหม่ของโลก 3 ชนิดและได้ตีพิมพ์ผลงานในวารสารนานาชาติแล้ว และยังได้นำโคฟีพอดที่พบมาเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน
6. เป็นองค์ความรู้ใหม่ในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของไทย โดยเฉพาะลูกสัตว์น้ำแรกฟัก
7. ช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรปลาการ์ตูนเนื่องจากไม่ได้จับจากทะเล แต่เพาะเลี้ยงเพิ่ม

### ปัญหาที่พบจากโครงการวิจัยนี้

1. หาไข่ปลาการ์ตูนได้ยากมาก โดยเฉพาะในฤดูหนาว หรือเมื่อมีอากาศแปรปรวน และการวางไข่ของแม่ปลาก็ไม่แน่นอน ถ้าตกใจจะกินไข่ของมันเอง
2. แม้ว่าจำนวนไข่ที่แม่ปลาวางติดกับวัตถุมีจำนวนมาก แต่การฟักไข่ออกเป็นตัวลูกปลาวัยอ่อนมีจำกัด
3. การฟักไข่ปลาการ์ตูนต้องค่อย ๆ เรียนรู้ ถ้าใช้ออกซิเจนเป่าไปที่ไข่แรงเกินไปไข่ก็จะหลุดออกไป แต่ถ้าเป่าออกซิเจนเบาเกินไปไข่ก็จะเน่าไม่ฟักเป็นตัว
4. ต้องระวังไม่ให้น้ำในตู้เลี้ยงลูกปลาขุ่น เพราะลูกปลาจะตายยกตู้เลยทีเดียว
5. ลูกปลาการ์ตูนแรกฟักบอบบางมาก รวมทั้งตกใจง่ายอีกด้วย ไข่แดงที่ติดตัวมายุบเร็วมาก เพราะฉะนั้น ต้องรีบให้อาหารตั้งแต่วันแรกฟัก มิฉะนั้น ลูกปลาจะตายทันทีเนื่องจากขาดอาหาร



## ประวัติผู้วิจัย

ศาสตราจารย์สุภาวดี จุลละสร  
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240  
E-mail: chu\_supawadee@ru.ac.th



### ตำราและผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ

สุภาวดี จุลละสร. 25 53. โคพีพอดา (COPEPODA). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ. 278 หน้า.

สุภาวดี จุลละสร. 2553. การศึกษาความหลากหลายของฮาร์แพคติกอยโคพีพอดที่อาศัยอยู่กับสาหร่ายทะเลและแพะเลี้ยงเป็นอาหารมีชีวิตของลูกกุ้ง. รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 287 หน้า.

สุภาวดี จุลละสร. 2556. การเพิ่มผลผลิตหมวลของฮาร์แพคติกอยโคพีพอดเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน. รายงานฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 154 หน้า.

สุภาวดี จุลละสร. 2556. เพิ่มอัตราการรอดของลูกปลาการ์ตูนด้วยฮาร์แพคติกอยโคพีพอดหลากหลายชนิดเป็นอาหารมีชีวิต. รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 138 หน้า.

Chullasorn, S., H-U. Dahms and P. Klangsin. 2013. A new species of *Tigriopus* (Copepoda, Harpacticoida, Harpacticidae) from Thailand with a key to the species of the genus. *Journal of Natural History* 47(5-12): 427-447.

Chullasorn, S., V. N. Ivanenko, H-U. Dahms, P. Kangtia and W-X Yang. 2012. A new species of *Tigriopus* (Copepoda, Harpacticoida, Harpacticidae) from Thailand with the description of its naupliar development. *Helgoland Marine Research* 66: 139-151.

Chullasorn, S., H-U. Dahms, N. Iwasaki, P. Kangtia, F. Ferrari, H.J. Jeon and W-X Yang. 2012. Naupliar Development of an Ancorabolid, *Paralaophontodes* sp. (Copepoda: Harpacticoida) Sheds Light on Harpacticoid Evolution. *Zoological Studies* 51(3): 372–382.

- Chullasorn S., W. Anansatitporn, P. Kangtia, P. Klangsinsin and R. Jullawateelert. 2011. Review of naupliar development among Miraciidae (Copepoda: Harpacticoida) with a naupliar description of *Paramphiascella choi* sp. nov. from Thailand. *Hydrobiologia* 666: 21–43.
- Ferrari, F.D., S. Chullasorn and H-U. Dahms. 2011. Copepodids of *Pseudocyclops schminkei* (Copepoda, Calanoida) and the relationship of Pseudocyclopidae to other calanoids. *Studies on Freshwater Copepoda: a volume in Honour of Bernard Dussart. Crustaceana Monographs* 16: 149–176.
- Chullasorn, S., H-U. Dahms, K-W. Lee, J-S. Ki, N. Schizas, P. Kangtia, H. G. Park and J-S. Lee. 2011. Description of *Tisbe alaskensis* sp. nov. (Crustacea: Copepoda) combining structural and molecular traits. *Zoological Studies* 50(1): 103–117.
- Chullasorn, S. 2010. Two new species of the genus *Paramphiascella* Lang (Copepoda: Harpacticoida: Miraciidae) from a brackish water pond in Thailand. *Zootaxa* 2634: 1–24.
- Chullasorn, S., F. D. Ferrari, and H-U. Dahms. 2010. *Pseudocyclops schminkei* (Copepoda, Calanoida, Pseudocyclopidae): a new species from Okinawa. *Helgoland Marine Research* 64: 35–52.
- Yang, W-X, I. Mirabdullayev, Hans-U Dahms, S. Chullasorn and J-S Hwang. 2010. Karyology of *Cyclops insignis*, *Thermocyclops crassus*, and *Megacyclops viridis* (Copepoda, Cyclopoida). *Crustaceana* 83(2): 223-23.
- Chullasorn, S. 2009. A review of *Typhlamphiascus* Lang, 1944 with the new species *Typhlamphiascus higginsi* (Copepoda: Harpacticoida: Miraciidae) from Phuket Island. *Zoological Studies* 48(4): 493–507.
- Chullasorn, S., H-U. Dahms, N.V. Schizas and P. Kangtia. 2009. Phylogenetic inferences of *Tisbe* Lilljeborg, 1983 (Copepoda, Harpacticoida) with *Tisbe thailandensis* sp. nov. from Thailand. *Hydrobiologia* 627: 1–17.
- Chullasorn, S., W-Xi Yang, H-U. Dahms, P. Kangtia, M. Holinska, W. Anansatitporn, L. Sanoamuang and J. S. Hwang. 2009. Naupliar development of *Eucyclops* cf. *serrulatus tropicalis*, *Euc.* cf. *spatulatus*, and *Ectocyclops medius* Kiefer, 1930 (Copepoda: Cyclopidae). *Zoological Studies* 48(1): 12–32.

- Dahms, H-U., S. Chullasorn, N.V. Schizas, P. Kangtia, W. Anansatitporn and W-Xi Yang. 2009. Naupliar development among the Tisbidae (Copepoda: Harpacticoida) with a phylogenetic analysis and naupliar description of *Tisbe thailandensis* from Thailand. *Zoological Studies* 48(6): 780–796.
- Ki, J.S., K. Lee, H.G. Park, S. Chullasorn, H-U. Dahms, and J.S. Lee. 2009. Phylogeography of the copepod *Tigriopus japonicus* along the northwest Pacific rim. *Journal of Plankton Research* 31(2): 209–221.
- Ying, X. P., X. Sun, H.X. Wu, H-U Dahms, S. Chullasorn, Y.P. Zhang, Y.J. Huang and W.X. Yang. 2009. The fine structure of coelomocytes in the sipunculid *Phascolosoma esculenta*. *Micron* 41: 71–78.
- Chullasorn, S. and P. Kangtia. 2008. *Longipedia thailandensis* sp. nov. (Copepoda: Harpacticoida) from a brackish water treatment pond, Samut Sakhon, Thailand. *Crustaceana* 81(2): 207–225.
- Chullasorn, S., P. Kangtia, K. Pinkaew and F. Ferrari. 2008. *Apocyclop ramkhamhaengi* sp. nov. from brackish waters of Chang Island in Trat Province, Thailand (Copepoda: Cyclopoida). *Zoological Studies* 47(3): 326–337.
- Dahms, H-U., S. Chullasorn, P. Kangtia, F. D. Ferrari, J-H. Hwang. 2007. Naupliar Development of *Tigriopus japonicus* Mori, 1932 (Copepoda: Harpacticidae). *Zoological Studies*, 46(6): 746-759.
- Walter, T. C., S. Ohtsuka, S. Putchakarn, K. Pinkaew and S. Chullasorn. 2002. Redescription of two species of *Pseudodiaptomus* from Asia and Australia (Crustacea: Copepoda: Calanoida: Pseudodiaptomidae) with discussion of the female genital structure and zoogeography of Indo-West Pacific species. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 115 (3): 650-669.
- Nakamura, K. and S. Chullasorn. 2000. *Eurycyde flagella*, a new pycnogonid species from Phuket Island, Thailand. *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory*, 39(1): 1-7.
-