นิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

นางสาวศุภมัย พรหมแก้ว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRT

RECEIVED
BY CRH26 DATE 10/11/52

T 35 11 71

นิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

นางสาวศุภมัย พรหมแก้ว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FEEDING ECOLOGY OF DOMINANT COPEPODS IN PAK PHANANG BAY, NAKHON SI THAMMARAT PROVINCE

Miss Suppamai Promkaew

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

for the Degree of the Master of Science in Marine Science

Department of Marine Science

Faculty of Science

Chulalongkron University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkron University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	นิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช
โดย	นางสาวศุภมัย พรหมแก้ว
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เจริญ นิติธรรมยง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุนันท์ ภัทรจินดา)

ศุภมัย พรหมแก้ว : นิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช (FEEDING ECOLOGY OF DOMINANT COPEPODS IN PAK PHANANG BAY, NAKHON SI THAMMARAT PROVINCE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, 146 หน้า

ประชาคมโคพีพอดในอ่าวปากพนังจังหวัดนครศรีธรรมราชในฤดูแล้ง (เดือนตุลาคม 2550) และฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม 2551) ประกอบด้วยโคพีพอด 29 ชนิด จาก 5 อันดับ ได้แก่ อันดับ Calanoida 16 ชนิด จาก 6 ครอบครัว อันดับ Harpacticoida 5 ชนิด จาก 4 ครอบครัว อันดับ Cyclopoida 3 ชนิด จาก 2 ครอบครัว อันดับ Poicelostomatoida 4 ชนิด จาก 3 ครอบครัว และ Siphonostomatoida 1 ชนิด และโคพีพอดที่เป็นชนิดเด่นในบริเวณอ่าวปากพนังได้แก่ *Pseudodiaptomus annandalei*, *Pseudodiaptomus* sp. และ *Acartia sinjiensis* การศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นทั้ง 3 ชนิดในฤดูฝนและในฤดูแล้ง โดยศึกษาการเรืองแสงของอาหารในกระเพาะ (gut fluorescence) พบว่าโคพีพอดทั้ง 3 ชนิดกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารหลัก โดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม cyanobateria ซึ่งเป็น autotrophic prokaryotes ที่มีขนาดตั้งแต่พิโคแพลงก์ตอนจนถึงไมโครแพลงก์ตอน และ/หรือแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม haptophytes ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอน สอดคล้องกับการที่พบว่านาโนแพลงก์ตอนมีมวลชีวภาพในรูปคลอโรฟิลล์ เอ สูงกว่าแพลงก์ตอนพืชขนาดอื่น ประชากรโคพีพอดทั้งสามชนิดที่อาศัยอยู่บริเวณอ่าวปากพนังตอนใน (ปากแม่น้ำปากพนัง) และอ่าวปากพนังตอนนอก (ปากคลองปากนครและปลายแหลมตะลุมพุก) มีปริมาณ gut chlorophyll *a* และ gut phaeopigment สูงกว่าประชากรโคพีพอดในบริเวณป่าชายเลน และโคพีพอดเพศเมียมีปริมาณ gut chl *a* และ gut phaeopigment สูงกว่าเพศผู้ตลอดเวลาที่ศึกษา โคพีพอดชนิด *P. annandalei* เพศเมียในบริเวณปากแม่น้ำปากพนังในฤดูฝน มีปริมาณ gut chl *a* และ gut phaeopigment สูงกว่าในบริเวณอื่นๆ ส่วนโคพีพอดเพศผู้ที่พบบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกนั้น มีค่า gut chl *a* และ gut phaeopigment สูงกว่าโคพีพอดเพศผู้ในบริเวณอื่นๆ ในขณะที่ *P. annandalei* เพศเมียที่พบบริเวณปากคลองปากนครในฤดูแล้งมีปริมาณ gut pigments สูงกว่าโคพีพอดเพศผู้ ส่วนโคพีพอดชนิด *A. sinjiensis* ทั้งเพศผู้และเพศเมียมีค่า gut pigments ต่ำกว่า 0.20 μg ind^{-1} ในขณะที่โคพีพอดชนิด *Pseudodiaptomus* sp. มีปริมาณ gut chl *a* และ gut phaeopigment สูงสุดในบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก ปริมาณของ gut phaeopigment ในโคพีพอดทั้งสามชนิดมีแนวโน้มแปรผกผันกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนและพิโคแพลงก์ตอน ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มที่มีมวลชีวภาพในรูปคลอโรฟิลล์ เอ สูงกว่าร้อยละ 80 ของคลอโรฟิลล์ เอ ทั้งหมด ในบริเวณที่ศึกษา เนื่องจากรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอดทั้งสามชนิดมีระยะห่างระหว่าง plumose setae ต่ำกว่า 3 ไมโครเมตร นอกจากนี้การศึกษาการกินอาหารของโคพีพอดในรอบวันพบว่าโคพีพอดชนิด *P. annandalei* มีการกินอาหารสูงสุดในช่วงที่น้ำกำลังขึ้นในช่วงกลางคืน เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของรงควัตถุในกระเพาะของโคพีพอด พบรงควัตถุ 4 กลุ่ม ได้แก่ chlorophyll *c*, diatoxanthin, astaxanthin และ unidentified pigment โดย astaxanthin เป็นรงควัตถุที่เปลี่ยนรูปมาจาก β-carotene ซึ่งเป็นรงควัตถุที่สามารถพบได้ในแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม chromophyta จึงสามารถบ่งชี้ได้ว่าอาหารของโคพีพอดส่วนใหญ่เป็นแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอม ไดโนแฟลกเจลเลต และ haptophytes ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในบริเวณอ่าวปากพนังมีโคพีพอดระยะ nauplius เป็นกลุ่มเด่น และมีแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม herbivorous calanoid copepods, cirripedia larvae และ rotifers ที่น่าจะกินอาหารอย่างเดียวกับโคพีพอดชนิดเด่นในบริเวณนี้

ภาควิชา.....วิทยาศาสตร์ทางทะเล.....ลายมือชื่อนิสิต.....ศุภมัย พรหมแก้ว.....

สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์ทางทะเล.....ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2552.....

4972511123 : MARJOR MARINE SCIENCE

KEYWORDS : FEEDING ECOLOGY / COPEPODS / PAK PHANANG BAY/ NAKHON SI THAMMARAT PROVINCE / GUT FLUORESCENCE / GUT CHL A / GUT PIGMENT

SUPPAMAI PROMKAEW: FEEDING ECOLOGY OF DOMINANT COPEPODS IN PAK PHANANG BAY, NAKHON SI THAMMARAT PROVINCE. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. AJCHARAPORN PIUMSOMBOON, Ph,D., 146 pp.

Copepods community in Pak Phanang estuary, Nakhon Si Thammarat Province were collected in wet season (October 2007) and dry season (May 2008). The result found 29 species of copepods from 5 order composed of Order Calanoida 16 species from 6 families, Order Harpacticoida 5 species from 4 families, Order Cyclopoid 3 species from 2 families, Order Poicelostomatoid 4 species from 3 families and a species from Order Poicelostomatoida. *Pseudodiaptomus annandalei*, *Pseudodiaptomus* sp. and *Acartia sinjiensis* were the dominant species in Pak Phanang estuary.

Feeding ecology of dominant calanoid copepods from 2 seasons were studied by gut fluorescence analysis. The result indicated that the dominant copepod species fed on phytoplankton as food especially cyanobacteria with cell size varied from picoplankton to microplankton and/or haptophyte, nanophytoplankton, which was the dominant group of phytoplankton in term of chlorophyll biomass. Dominant copepod species in the inner bay and the outer bay of Pak Phanang showed higher gut chlorophyll *a* and gut phaeopigment than those in mangrove areas. Higher gut pigments were noticed in female copepods than in male copepods in both seasons. In wet season, the highest gut chl *a* and gut phaeopigment from female *P. annandalei* were recorded from Pak Phanang estuary, while gut chl *a* and gut phaeopigment from male *P. annandalei* had high level in Leam Talumpuk. In dry season, gut pigments of female *P. annandalei* in Pak Nakhon river mouth were higher than the male one. Gut pigments from *A. sinjiensis* were lower than 0.20 $\mu g\ ind^{-1}$ in both sexes. Gut pigments in *Pseudodiaptomus* sp. were highest in the western part of mangrove plantation. Gut phaeopigment of three dominant calanoid copepods tended to decrease with the increase in chlorophyll *a* content from nano- and picoplankton which accounted for 80% of phytoplankton biomass in term of chlorophyll *a*. This may due to the narrow distance between plumose setae of feeding appendage which was lower than 3 μm. The gut fluorescence of *P. annandalei* in 24 hrs revealed the high feeding rate during and incoming high tide. Pigment composition analyzed by HPLC analysis from guts of dominant copepods composed of 4 pigments: chlorophyll *c*, diatoxanthin, astaxanthin and unidentified pigment. Astaxanthin is a derivative of β-carotene, a pigment presents in chromophyta, indicating that phytoplankton food of these dominant calanoid copepods consisted of diatom, dinoflagelate and haptophytes. Zooplankton communities in Pak Phanang bay were dominated by copepods nauplii and other herbivorous calanoid copepods, cirripedia larvae and rotifers that could compete with the dominant calanoid copepods for the same foods.

Department : .....Marine Science.....

Field of study : .....Marine Science.....

Academic year : .2009.....

Student' s signature.....Suppamai Promkaew.....

Advisor' s signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีโดยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำด้านวิชาการ แนวทางการวิจัย เอกสารและแนวคิดที่เป็นประโยชน์ ติดต่อจัดหาแหล่งเงินทุน สิ่งจำเป็นและประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยในครั้งนี้ อีกทั้งให้กำลังใจและเป็นแบบอย่างในการทำงานเสมอมา ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุนันท์ ภัทรจินดา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ช่วยตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. เจริญ นิติธรรมยง ประธานกรรมการสอบที่ตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์ อาจารย์วิชญา กันบัว อาจารย์ ดร. อภิชาติ เติมวิชชากร ที่คอยให้คำปรึกษา ในทุกๆ เรื่องตลอดจนให้การช่วยเหลือในทุกๆ ด้านและคอยให้กำลังใจตลอดมา

ขอขอบคุณทีมวิจัยในหน่วยปฏิบัติการนิเวศวิทยาทางทะเลทุกคน ประกอบด้วย คุณชลธยา ทรงรูป คุณสุพิชญา วงศชินวิทย์ คุณพรเทพ พรรณรักษ์ คุณนิรุชา มงคลแสงสุรีย์ คุณทิพย์นภา สุวรรณสนิท คุณพงษ์วิทิต จือเหลียง คุณดวงแก้ว นุตเจริญ คุณนิคม อ่อนสี คุณเพ็ญไพลิน อุดมรัตน์ คุณจิราวรรณ ใจเพิ่ม คุณนภัส มหาสวัสดิ์ คุณปวีณ จิตร์ภิรมย์ศรี และขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลทุกคน ที่คอยให้การช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์ตัวอย่าง การพิมพ์และจัดทำวิทยานิพนธ์ตลอดจนเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอขอบคุณชาวประมงอำเภอปากพนังทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยเหลือในการออกเก็บตัวอย่างและข้อมูลต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนบางส่วนจากกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภายใต้โครงการ "การประเมินเสถียรภาพของระบบนิเวศปากแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเล (Estuary) อ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช" นอกจากนี้วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2551 และ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (รหัสโครงการ BRT T35117)

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อวิจารณ์ พรหมแก้ว คุณแม่พิมลพรรณ พรหมแก้ว และน้องๆ ที่คอยสั่งสอนอบรมและส่งเสียให้ได้รับการศึกษา ให้ความรัก ความห่วงใย ให้ความช่วยเหลือ และคอยเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าตลอดมา ตลอดจนครู อาจารย์ทุกท่านที่คอยสั่งสอนอบรมให้ความรู้ต่างๆ ทั้งในด้านวิชาการและการดำเนินชีวิต

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1. บทนำ	1
แนวเหตุผลและทฤษฎีสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตการศึกษา	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	2
การสำรวจเอกสาร	2
2. วิธีดำเนินการศึกษา	18
สถานที่ศึกษา	18
ระยะเวลาทำการศึกษา	19
การศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาจำนวนตัวอย่างและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการศึกษา	20
ก) จำนวนโคพีพอดที่เหมาะสมในการศึกษาการกินอาหาร	20
ข) ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่าง	21
การศึกษาโครงสร้างประชากรโคพีพอดในอ่าวปากพนัง	23
การศึกษาชนิดและปริมาณอาหารในทางเดินอาหารและกระเพาะอาหารของโคพีพอดชนิดเด่น	23
ก) สัณฐานวิทยาของรยางค์ของโคพีพอดที่ใช้ในการกินอาหาร	23
ข) การกินอาหารโคพีพอดชนิดเด่น	24
ค) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ	25
ง) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ	26
การกินอาหารของโคพีพอดในรอบ 24 ชั่วโมง	26
การวิเคราะห์ข้อมูล	26

หน้า

3. ผลการศึกษา..... 27
การศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาจำนวนตัวอย่างและช่วงเวลาที่เหมาะสม..... 27
โครงสร้างประชากรโคพีพอดบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช..... 30
ชนิดและปริมาณอาหารในทางเดินอาหารและกระเพาะอาหารของโคพีพอดชนิดเด่น..... 42
ก)กลุ่มโคพีพอดที่มีการกินอาหารแบบต่างๆ 42
ข) การกินอาหารโคพีพอดชนิดเด่น..... 84
ค) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ..... 94
ง) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ..... 107
การกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่น ในรอบ 24 ชั่วโมง..... 114
4. วิจารณ์ผลการศึกษา..... 118
องค์ประกอบของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโคพีพอด..... 118
องค์ประกอบของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์..... 123
นิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอด..... 126
บทบาทของโคพีพอดในระบบนิเวศอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช..... 129
5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 131
นิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอดบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช..... 131
ความหลากชนิดและโครงสร้างประชากรโคพีพอดในบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช..... 132
ความหลากหลายและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่าวปากพนัง..... 132
ข้อเสนอแนะ..... 133
รายการอ้างอิง..... 134
ภาคผนวก..... 142
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 146

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การจัดกลุ่มโคพีพอดบริเวณอ่าวไทยตามการกินอาหาร	8
2	ชนิดของอาหารของโคพีพอด	9
3	สถานที่ศึกษาบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	18
4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ gut pigment ในโคพีพอดในช่วงเวลาหลังการเก็บตัวอย่างโคพีพอด	28
5	ความหลากชนิดของโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	33
6	กลุ่มโคพีพอดจำแนกตามการกินอาหาร	42
7	Gut pigment และ stomach content score ของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชในฤดูฝน	85
8	Gut pigment และ stomach content score ของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง	87
9	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	96
10	กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณป่าชายเลน และอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	97
11	การจัดกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่าวปากพนังตามลักษณะการกิน	104
12	Gut pigment ของ *Pseudodiaptomus annandalei* บริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช ในรอบ 24 ชั่วโมง	114
13	โคพีพอดชนิดเด่นในบริเวณป่าชายเลนและชายฝั่งของอ่าวไทย	119
14	สัณฐานวิทยาเปรียบเทียบระหว่าง *Pseudodiaptomus trihamatus* และ *Pseudodiaptomus* cf. *trihamatus*	120
15	สัณฐานวิทยาเปรียบเทียบระหว่าง *Hemicyclpos tanakai* และ *Hemicyclpos* sp.B	121
16	ความหนาแน่นและจำนวนกลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวปากพนังจากอดีตถึงปัจจุบัน	124
17	ความหนาแน่นและจำนวนกลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณป่าชายเลนและชายฝั่งทะเลอ่าวไทย	125

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1	ความหลากหลายของโคพีพอด	3
2	รูปร่างลักษณะและรยางค์ต่าง ๆ ของโคพีพอด	4
3	รยางค์ส่วน cephalosome ทำหน้าที่ในการกินอาหารของโคพีพอด	5
4	รยางค์สำหรับการกินอาหารของโคพีพอด	6
5	กลไกการกินอาหารของโคพีพอด	12
6	รยางค์สำหรับการกินอาหารของโคพีพอด	13
7	พื้นที่ทำการศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	19
8	ขั้นตอนการศึกษาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	22
9	ปริมาณ gut pigment ในโคพีพอดชนิด *Pseudodiaptomus annandalei* จำนวนต่างๆ	27
10	องค์ประกอบของโคพีพอด ที่มีขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน	30
11	องค์ประกอบของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง	31
12	องค์ประกอบของโคพีพอด ที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชในฤดูฝน	31
13	องค์ประกอบของโคพีพอด ที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชในฤดูแล้ง	32
14	สัดส่วนความหนาแน่นของโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร บริเวณป่าชายเลนและอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน	34
15	สัดส่วนความหนาแน่นของโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร บริเวณป่าชายเลนและอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง	35
16	สัดส่วนความหนาแน่นของโคพีพอดชนิดเด่น บริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันออกและป่าชายเลนฝั่งตะวันตก จังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง	36
17	สัดส่วนความหนาแน่นของโคพีพอดชนิดเด่น บริเวณอ่าวปากพนังตอนในและอ่าวปากพนังตอนนอก จังหวัดนครศรีธรรมราช ระว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง	37
18	Dendrogram แสดงความคล้ายคลึงของชุมชนโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรในสถานีต่างๆ ในฤดูฝน	39
19	Dendrogram แสดงความคล้ายคลึงของชุมชนโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรในสถานีต่างๆ ในฤดูแล้ง	41

รูปที่		หน้า
20	*Acartia sinjiensis* Mori, 1940	44
21	*Acartia pacifica* Steuer, 1915	46
22	*Acartia plumosa* Scott , 1894	47
23	*Acartia erythraea* Giebrecht, 1889	49
24	*Acrocalanus gibber* Giebrecht, 1888	50
25	*Pseudodiaptomus annadalei* Sewell, 1919	52
26	*Pseudodiaptomus* sp.	53
27	*Pseudodiaptomus bispinosus* Walter, 1984	54
28	*Pseudodiaptomus cf. trihamatus* Sewell, 1919	55
29	*Subeucalanus subcrassus* Giesbrecht, 1888	57
30	*Labidocera minuta* Giesbrecht, 1889	59
31	*Tortanus forcipatus* Giesbrecht, 1889	61
32	*Oithona* sp.A	62
33	*Oithona* sp.B	63
34	*Mesocyclop* sp	64
35	*Corycaeus* sp	65
36	*Hemicyclops* sp.A	66
37	*Hemicyclops* sp.B	67
38	*Hemicyclops* sp.C	68
39	*Pontellopsis* sp	69
40	*Calanopia eliptica* Dana, 1849	71
41	*Calanopia australica* Bayly and Greenwood, 1966	72
42	*Centropages furcatus* Dana, 1849	74
43	*Microsetella norvegica* Boeck, 186	75
44	*Microsetella rosea* Dana, 1948	76
45	*Macrosetella gracilis* Dana, 1848	77
46	*Euterpina acutifron* Dana,1848	78
47	*Clytemnestra rostrata*	79
48	*Caligus* sp	80
49	สัณฐานวิทยาโครงสร้างในการกินอาหารของโคพีพอด *Pseudodiaptomus annandalei*	82
50	สัณฐานวิทยาโครงสร้างในการกินอาหารของโคพีพอด *Pseudodiaptomus* sp	82
51	สัณฐานวิทยาโครงสร้างในการกินอาหารของโคพีพอด *Acartia sinjiensis*	83

รูปที่		หน้า
52	Gut pigment ของโคพีพอดชนิด *Pseudodiaptomus annandalei* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน	81
53	Gut pigment ของโคพีพอดชนิด *Pseudodiaptomus annandalei* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง	88
54	Gut pigment ของโคพีพอดชนิด *Pseudodiaptomus* sp. บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง	88
55	Gut pigment ของโคพีพอดชนิด *Acartia sinjiensis* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง	89
56	อาหารในกระเพาะโคพีพอดชนิดเด่น บริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก สถานี PP6 วันที่ 24 พ.ค. 2551	90
57	Chromatogram ของรงควัตถุที่ได้จาก *Pseudodiaptomus annandalei* และ *Acartia sinjiensis* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชในฤดูฝน	91
58	ปริมาณรงควัตถุในกระเพาะและทางเดินอาหารที่พบใน *Pseudodiaptomus annandalei* และ *Acartia sinjiensis* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชในฤดูฝน	92
59	Chromatogram ของรงควัตถุที่ได้จาก *Pseudodiaptomus annandalei* และ *Acartia sinjiensis* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชในฤดูแล้ง	92
60	ปริมาณรงควัตถุ Chlorophyll *c* ในกระเพาะและทางเดินอาหารที่พบใน *Pseudodiaptomus annandalei* , *Pseudodiaptomus* sp. และ *Acartia sinjiensis* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชในฤดูแล้ง	93
61	มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ *เอ* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน	95
62	มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ *เอ* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง	95
63	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 และ 330 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน	99
64	องค์ประกอบของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน	100
65	องค์ประกอบของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน	100
66	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 และ 330 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง	102

รูปที่		หน้า
68	องค์ประกอบของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง	103
69	แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มกินพืช บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน	104
70	แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มกินพืช บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง	105
71	แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มผู้ล่าที่สำคัญของโคพีพอด บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน	106
72	แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มผู้ล่าที่สำคัญของโคพีพอด บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง	106
73	ความลึกและความโปร่งแสงของน้ำ บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	108
74	อุณหภูมิและความเค็มน้ำบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	109
75	ออกซิเจนละลายและความเป็นกรด-เบส บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	109
76	ความขุ่นของน้ำ บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	110
77	ความลึกของน้ำบริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช	112
78	อุณหภูมิและความเค็มน้ำบริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช	112
79	ออกซิเจนละลายและความเป็นกรด - เบส บริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนครจังหวัดนครศรีธรรมราช	113
80	ความขุ่นของน้ำ บริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช	113
81	Gut pigment ของ *Pseudodiaptomus annandalei* บริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช ในรอบ 24 ชั่วโมง	115
82	Chromatogram ของรงควัตถุที่ได้จาก *Pseudodiaptomus annandalei* และ *Acartia sinjiensis* บริเวณสะพานตัวที ปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช ในรอบ 24 ชั่วโมง	116
83	ปริมาณรงควัตถุในกระเพาะและทางเดินอาหารที่พบใน *Pseudodiaptomus annandalei* , *Pseudodiaptomus* sp. และ *Acartia sinjiensis* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชในฤดูแล้ง	117
84	สายใยอาหารที่เกี่ยวกับโคพีพอดและแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	130

บทที่ 1

บทนำ

แนวเหตุผลและทฤษฎีสำคัญ

โคพีพอดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ถาวรกลุ่มเด่นซึ่งมีความชุกชุมและมีความหลากหลายสูง ในแง่ของความหลากชนิด ที่อยู่อาศัยและชนิดอาหาร โคพีพอดจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในระบบนิเวศ เนื่องจากโคพีพอดมีบทบาทเป็นตัวเชื่อมโยงในการถ่ายทอดสสารและส่งผ่านพลังงานจากผู้บริโภคขั้นต้นสู่ผู้บริโภคในลำดับสูงขึ้นไป โคพีพอดสามารถกินอาหารได้หลากหลายชนิด ส่วนใหญ่โคพีพอดเป็นพวกกินพืชโดยการกินอาหารแบบกรองกิน โคพีพอดบางชนิดเป็นพวกกินสัตว์ มีพฤติกรรมในการล่าเหยื่อ (raptorial feeder) และบางชนิดกินเศษซากเป็นอาหาร โดยในระหว่างพัฒนาการเจริญเติบโต โคพีพอดที่อายุต่างกันมีการเปลี่ยนแปลงการกินอาหาร (niche shift) ทั้งในด้านชนิดอาหาร และพฤติกรรมในการกินอาหาร โดยโคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius มีการกินอาหารแบบกรองกิน โดยเลือกกินอาหารที่มีขนาดใหญ่ ต่างจากโคพีพอดวัยอ่อนระยะ copepodid และระยะตัวเต็มวัย มีการกินอาหารแตกต่างกันขึ้นอยู่กับโครงสร้างของรยางค์ในการกินอาหาร ชนิดอาหารและขนาดที่มีในระบบนิเวศ

แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่พบได้ในอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช คือ โคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius, calanoid copepods เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีความหนาแน่นสูง ซึ่งโคพีพอดในอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชมีความหลากหลายสูง สำหรับพื้นที่บริเวณอ่าวปากพนังมีสภาพเป็นเอสทูรี่ปากแม่น้ำและเป็นแหล่งทรัพยากรประมงที่สำคัญมาแต่อดีต โดยลุ่มน้ำปากพนังครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุง และจังหวัดสงขลา ทั้งสองฝั่งแม่น้ำเป็นพื้นที่ทำการกสิกรรม เกษตรกรรมและการประมง บริเวณรอบอ่าวปากพนังเดิมเป็นพื้นที่ป่าชายเลนขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย หาอาหาร แหล่งเพาะพันธุ์และอนุบาลของสัตว์น้ำเศรษฐกิจหลายชนิด แต่สภาพแวดล้อมในอ่าวปากพนังอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม เนื่องจากการขยายตัวของชุมชนรวมถึงอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการประมง นอกจากนี้ยังมีปัญหาการใช้ประโยชน์ที่ดินและการรุกของน้ำเค็มเข้าไปในพื้นที่น้ำจืด จึงเป็นมูลเหตุให้เกิดโครงการพัฒนาลุ่มน้ำปากพนังตามพระราชดำริ โดยส่วนหนึ่งเป็นการสร้างประตูระบายน้ำอุทกวิภาชประสิทธเพื่อป้องกันการรุกตัวของน้ำเค็ม ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศอ่าวปากพนัง

การเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศอ่าวปากพนังส่งผลกระทบต่อผู้ผลิตในระบบนิเวศ เช่น แพลงก์ตอนพืช และสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้บริโภคลำดับแรก เช่น โคพีพอด และต่อเนื่องไปยังผู้บริโภคลำดับสูงในสายใยอาหารได้ ดังนั้นการศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จะทำให้ทราบโครงสร้างพื้นฐานของสายใยอาหารของระบบนิเวศป่าชายเลนบริเวณอ่าวปากพนังว่ามีความซับซ้อนมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงอิทธิพลของกิจกรรมมนุษย์ต่อการเปลี่ยนของสภาพแวดล้อม สามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ ผลผลิต และศักยภาพในการทำการประมงต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นในระยะตัวเต็มวัย เปรียบเทียบระหว่างฤดูกาลและระหว่างเพศ
2. เพื่อศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพการกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มอื่น ๆ ที่พบในบริเวณอ่าวปากพนัง อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ขอบเขตการศึกษา

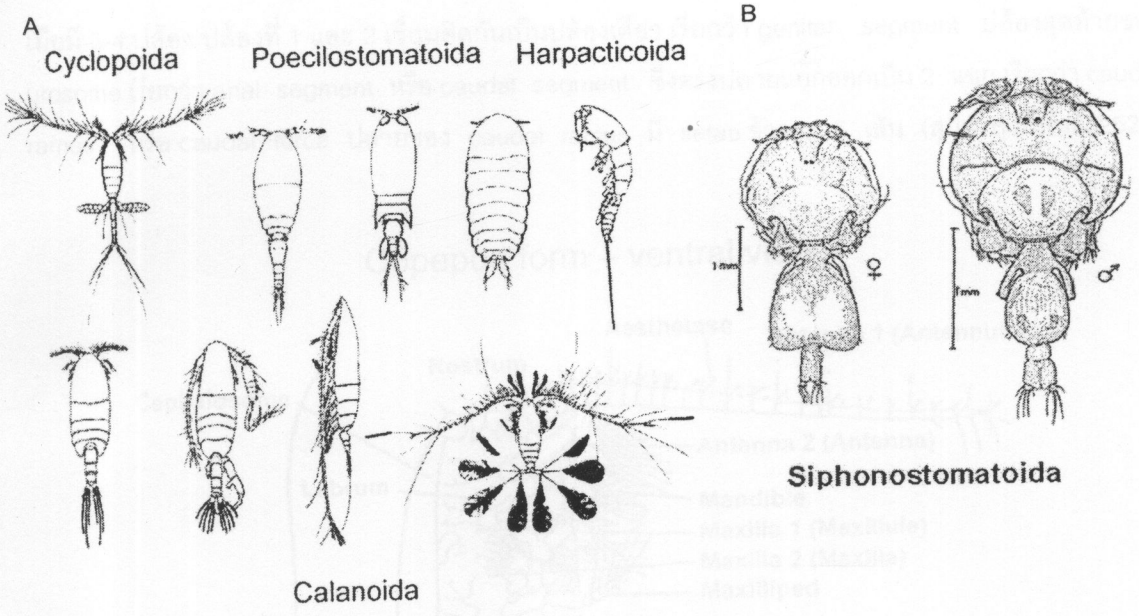
1. ศึกษาอาหารในกระเพาะของโคพีพอดชนิดเด่นที่พบในระยะตัวเต็มวัยเปรียบเทียบระหว่างฤดูกาลและระหว่างเพศ
2. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดอาหารของโคพีพอดในกระเพาะกับคลอโรฟิลล์ *เอ*
3. ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและการกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณอ่าวปากพนัง จำแนกแพลงก์ตอนสัตว์ถึงระดับกลุ่มและโคพีพอดถึงระดับชนิด
4. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่วัดในขณะเก็บตัวอย่าง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

องค์ความรู้เกี่ยวกับชนิดอาหารของโคพีพอดเป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับโครงสร้างของสายใยอาหารในมวลน้ำ และสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อประเมินความสมบูรณ์ของทรัพยากรและการวางแผนอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลในบริเวณอ่าวปากพนัง

การสำรวจเอกสาร

โคพีพอดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มครัสเตเซียน โคพีพอดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ถาวรกลุ่มเด่นที่มีความหลากชนิด โคพีพอดมีจำนวนชนิดมากกว่า 4,500 ชนิด แบ่งได้ 5 อันดับ ได้แก่ calanoid copepods, cyclopoid copepods, poecilostomatoid copepods, hapacticoid copepods และ siphonostomatoid copepods (รูปที่ 1) โคพีพอดมีความหนาแน่นสูง สามารถพบโคพีพอดอาศัยอยู่ได้ทั้งในแหล่งน้ำใต้ดิน น้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำทะเล โดยส่วนใหญ่จะดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนอยู่ในน้ำทะเล บางชนิดเป็นปรสิต โคพีพอดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีความหลากหลายในการกินอาหาร ทั้งชนิดอาหาร วิธีการกินอาหาร จึงสามารถจัดกลุ่มโคพีพอดตามประเภทอาหารได้ 5 กลุ่ม ได้แก่ herbivorous copepods, carnivorous copepods, omnivorous copepods, detritivorous copepods และ parasitic copepods แสดงให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของโคพีพอด คือ เป็นตัวเชื่อมโยงในการถ่ายทอดพลังงานระหว่างแพลงก์ตอนพืชไปสู่สัตว์น้ำวัยอ่อนในลำดับการกินในลำดับขั้นที่สูงขึ้น



รูปที่ 1 ความหลากหลายของโคพีพอด (ที่มา: A) Huggett and Grieve , 2007; B) Kabata, 1968)

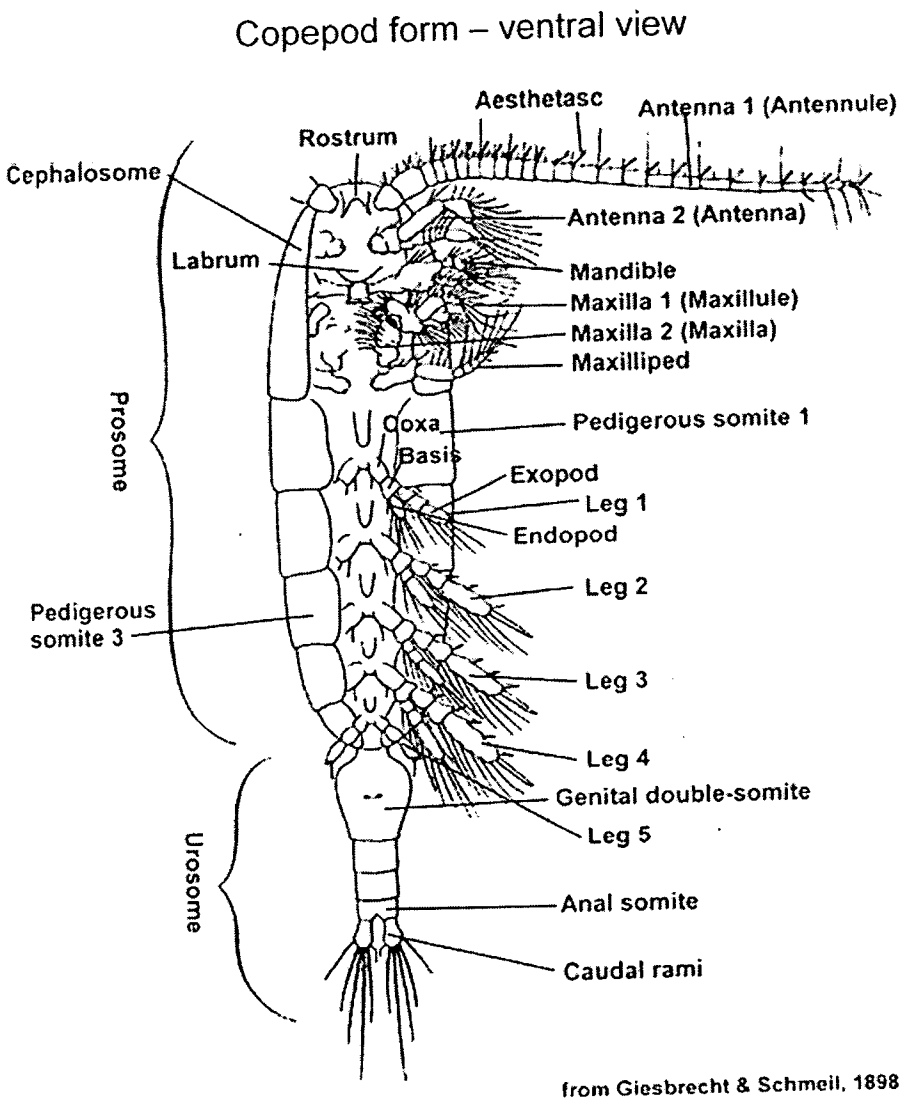
สัณฐานวิทยาของโคพีพอด

โคพีพอดส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก ความยาวลำตัวอยู่ในช่วงระหว่าง 0.5-5.0 มิลลิเมตร มีทั้งหมด17 คู่ มีรยางค์ 11 คู่ ลำตัวแบ่งออกได้ 3 ส่วน คือ ส่วนหัว (cephalosome) ส่วนอก (metasome) และส่วนท้อง (urosome) (รูปที่ 2) โดยส่วน cephalosome และส่วน metasome เชื่อมติดกันเรียก prosome ส่วนท้องมีปล้อง . ที่ต่อกับส่วนอกซึ่งงอได้ มีรยางค์ปล้องละ 1 คู่ ส่วน cephalosome มี 6 ปล้อง เชื่อมติดเป็นแผ่นเดียวกันมีรยางค์ 5 คู่ ส่วน metasome มี 6 ปล้อง บางชนิดเห็นเพียง 5 ปล้อง เนื่องจากปล้องที่ 4 และ 5 เชื่อมติดกัน มีรยางค์ 6 คู่ ส่วน urosome มี 5 ปล้องไม่มีรยางค์ (สุนีย์ สุวภีพันธ์, 2527; Mauchline, 1998; ลัดดา วงศ์รัตน์, 2543)

ลำตัว (body) ลำตัวของโคพีพอดมี 16-17 ปล้อง ส่วนใหญ่มี 11 ปล้อง เนื่องจากบางปล้องเชื่อมกัน ลำตัวแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เรียกว่า prosome และ urosome ส่วน prosome ประกอบด้วย cephalosome และ metasome ส่วน cephalosome ประกอบด้วยปล้องจำนวน 5 ปล้อง ซึ่งมักเชื่อมติดกัน metasome มี 1- 5 ปล้อง metasome ทุกปล้องมีรยางค์ 1 คู่ เรียกว่า pereiopods ส่วนบนสุดของ prosome เรียกว่า frontal plate ซึ่งเป็นจะงอยปากและมักมีตา 1 ข้าง อยู่ตรงกลางหรือมีเลนส์1 คู่อยู่ด้านdorsal ลักษณะนี้พบในพวกโคพีพอดที่อาศัยอยู่ในทะเล Order Calanoida ส่วน posterolateral end ของ metasome จะมีลักษณะแตกต่างกันตามชนิด

ส่วนท้อง (urosome) เป็นส่วนท้ายของลำตัว ประกอบด้วยปล้อง 1-2 ปล้องของ metasome ซึ่งเชื่อมกับ urosome โดย urosome มักแคบ มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกและไม่มีรยางค์ ส่วนนี้งอพับได้ ตำแหน่งที่งอแตกต่างกันตามกลุ่มของโคพีพอด ปกติ urosome ประกอบด้วย 5 ปล้อง เพศผู้มี 5 ปล้อง ส่วนเพศ

เมียมี 3-4 ปล้อง ปล้องที่ 1 และ 2 เชื่อมติดกันเป็นปล้องเดียว เรียกว่า genital segment ปล้องสุดท้ายของ urosome เรียกว่า anal segment หรือ caudal segment ซึ่งตรงปลายแยกออกเป็น 2 แฉก เรียกว่า caudal ramus หรือ caudal furca ปลายของ caudal ramus มี setae ข้างละ 5 เส้น (สุนีย์ สุวภีพันธ์, 2527)

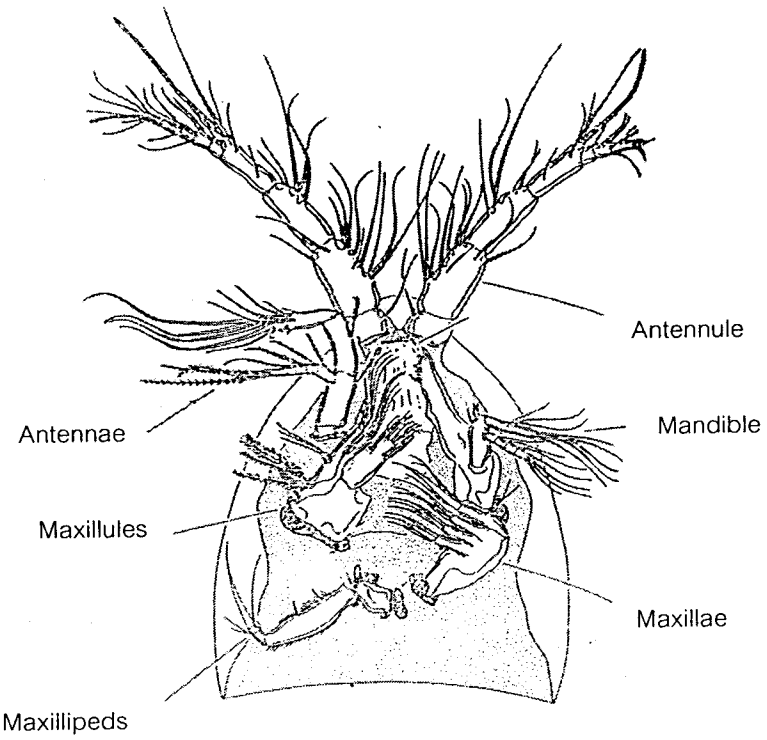


รูปที่ 2 รูปร่างลักษณะและรยางค์ต่าง ๆ ของโคพีพอด (ที่มา : Huggett and Grieve , 2007)

สัณฐานวิทยาของรยางค์ที่ใช้ในการกินอาหารของโคพีพอด

โคพีพอดมีรยางค์ (appendages) รวม 11 คู่ ซึ่งมีลักษณะและหน้าที่แตกต่างกัน รยางค์ของโคพีพอดมี 2 ลักษณะ ได้แก่ biramous และ uniramous รยางค์ในส่วนของ cephalosome มี 5 คู่ ได้แก่ antennule, antennae, mandibles, maxillules และ maxillae ส่วน metasome มีรยางค์ 6 คู่ ได้แก่ maxilliped 1 คู่ ซึ่งอยู่บน 1st metasome ที่เชื่อมติดกับส่วน cephalosome และ pereiopods รยางค์สำหรับว่ายน้ำ 5 คู่ มีรยางค์ที่สำคัญของโคพีพอดสำหรับการกินอาหาร (feeding appendages) คือ รยางค์บริเวณส่วนหัว (head

appendages) ระหว่าง antennules กับ 1st pereiopods ประกอบด้วย antennae, mandibles, maxillules, maxillae และ maxillipeds (รูปที่ 3) ซึ่งมีลักษณะและหน้าที่ที่สำคัญดังนี้



รูปที่ 3 รยางค์ส่วน cephalosome ทำหน้าที่ในการกินอาหารของโคพีพอด (ที่มา: UPM-JSPS Training Course, 2006)

1. antennules หรือ หนวดคู่ที่ 1 (1st antenna) มีลักษณะเรียวยาวไม่แตกแขนงเป็น uniramous แบ่งเป็นปล้อง และบางปล้องมี setae หน้าที่ของ antennules ส่วนใหญ่เกี่ยวกับการทรงตัว การเคลื่อนที่ ว่ายน้ำ และการกินอาหาร คือ setae แต่ละปล้องหรือ sensory hairs หรือ aesthetasks ทำหน้าที่รับความสัมผัส สารเคมีและความสั่นสะเทือนจากอาหาร ส่วนหนวดข้างขวาของเพศผู้ หรือทั้ง 2 ข้าง เปลี่ยนรูปเป็น grasping organ เพื่อจับเพศเมียในขณะสืบพันธุ์ ความยาวและจำนวนปล้องมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่แหล่งอาหาร เช่น order calanoida ซึ่งจัดเป็น meiofauna ถาวร หาหินในมวลน้ำ มีหนวดยาวเรียวประกอบด้วย 23-25 ปล้อง ส่วนหนวดของโคพีพอดใน order cyclopoida ซึ่งดำรงชีวิตทั้งแบบ meiofauna ถาวรและ meiofauna ชั่วคราว หนวดค่อนข้างสั้น ประกอบด้วยข้อจำนวน 6-17 ปล้อง ส่วน order harpacticoida ซึ่งดำรงชีวิตแบบเบนโธสมี หนวดสั้นประกอบด้วยปล้องจำนวน 5-9 ปล้อง (สุนีย์ สุวภีพันธ์, 2527; ลัดดา วงศ์รัตน์, 2543 และ ณัฏฐวดี ภูคำ , 2551)

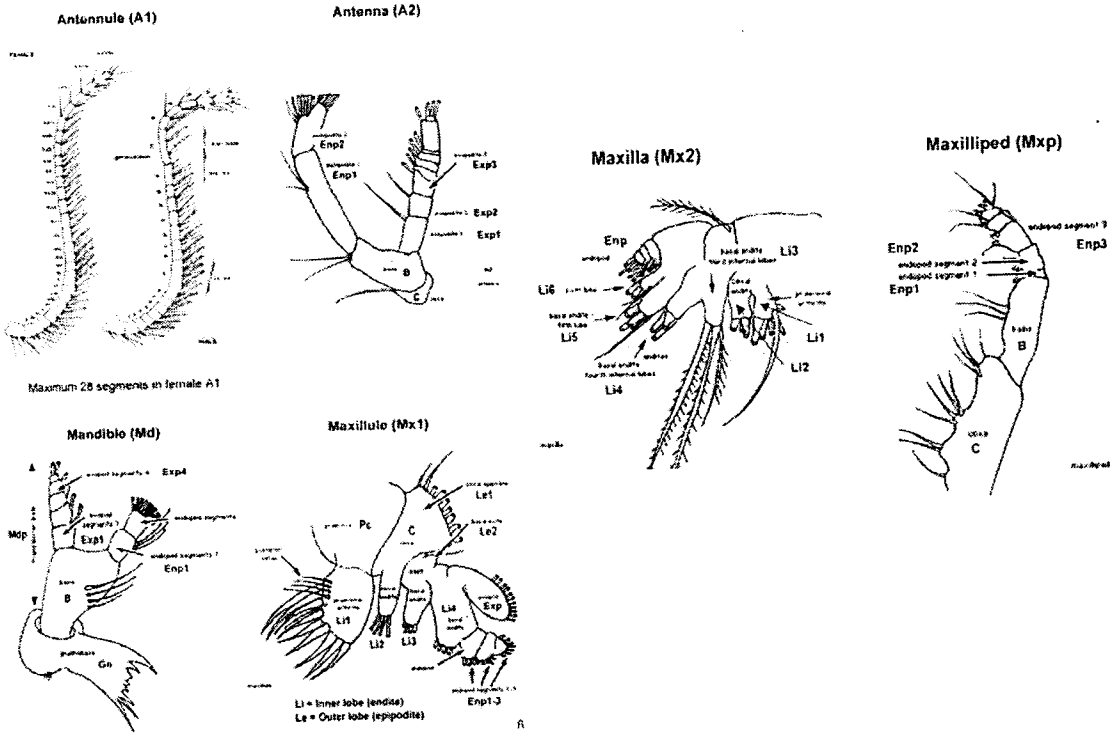
2. antennae หรือ หนวดคู่ที่ 2 (2^{nd} antenna) อยู่ถัดจาก antennules มีลักษณะแบบ biramous แต่ในโคพีพอดหลายกลุ่มจะไม่มี expodite เช่น พวก order cyclopoida ทำหน้าที่ในการเคลื่อนที่ และช่วยในการกินอาหารโดยการเคลื่อนไหวเพื่อให้เกิดกระแสน้ำ

3. mandibles รยางค์เป็นแบบ biramous ที่เจริญดี อยู่สองข้างของปาก โดยอยู่ระหว่าง labrum ซึ่งอยู่ด้านบน และ labium ซึ่งอยู่ด้านล่าง coxa ของ mandible โดยส่วน mandibular palp เป็นส่วนฐานซึ่งเชื่อมต่อระหว่าง exopodite และ endopodite ซึ่งมี setae ทำหน้าที่บดและฉีกอาหาร

4. maxillules หรือ 1^{st} maxillae เป็นรยางค์ขนาดเล็กแบบ biramous อยู่ใต้ปาก maxillules มีโครงสร้างที่ซับซ้อน คือ exopod มี protopod และบน endopodite มีพู ขอบพูมี setae คล้ายขนนก ขอบในของ coxa มีก้านซึ่งเป็นจัก หรือมีหนามทู่บนก้านที่ใช้สำหรับกินอาหาร ส่วนนี้เรียกว่า gnathobase (masticatory edge) ทำหน้าที่ช่วยในการในการจับและฉีกอาหาร

5. maxillae หรือ 2^{nd} maxillae เป็นรยางค์ขนาดเล็กแบบ uniramous ประกอบด้วย protopod เจริญดี 2 ปล้อง และ endopod อีก 5 ปล้อง บน endopod มีชุดของ endites ซึ่งมี setae ยาว ทำหน้าที่ในการกรองอาหาร โดยโคพีพอดกลุ่มกินพืชมี setae ที่ช่วยในการการกรองอาหาร ส่วนโคพีพอดกลุ่มกินสัตว์บน setae ไม่มีขนละเอียด

6. maxillipeds เป็นขาอกคู่แรก มีลักษณะเป็น uniramous ซึ่งพัฒนารูปร่างเพื่อกินอาหาร ประกอบด้วย protopod 2 ปล้อง และ endopods 2 ปล้อง ซึ่งมี setae ทำหน้าที่ช่วยในการจับอาหารโดยใช้setae ช่วยในการกรองอาหาร



รูปที่ 4 รยางค์สำหรับการกินอาหารของโคพีพอด (ที่มา: Huggett and Grieve , 2007)

การกินอาหารของโคพีพอด

รูปแบบและกลไกการกินอาหารของโคพีพอดมีหลายแบบซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มโคพีพอดตามวิธีการกินอาหารของมันได้หลายแบบ คือ พวกกินเศษซาก พวกกินพืช พวกกินทั้งพืชทั้งสัตว์ พวกกินสัตว์ และ พวกที่เป็นปรสิต จากการศึกษาของ Suwanrumpha (1980b) จำแนกโคพีพอดบริเวณอ่าวไทยตอนในตามการกินอาหารได้ 3 กลุ่ม คือ โคพีพอดพวกกินพืช โคพีพอดพวกกินสัตว์ และพวกกินทั้งพืชและสัตว์ ดังตารางที่ 1 สอดคล้องกับการศึกษาของ Jitchum and Wongrat (2009) จำแนกโคพีพอดบริเวณอ่าวมะนาว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์โคพีพอด ตามการกินอาหารโดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มแรกโคพีพอดกลุ่มกินสัตว์มีสัดส่วนความหนาแน่นร้อยละ 17.55 มีความหนาแน่นสูงสุด โคพีพอดกลุ่มที่สองกลุ่มกินทั้งพืชและกินทั้งสัตว์มีสัดส่วนความหนาแน่นประมาณร้อยละ 13 และกลุ่มที่สามมีสัดส่วนความหนาแน่นต่ำสุด (ร้อยละ 3.33) เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีการกินอาหารที่หลากหลาย อาหารที่กินก็มีหลากหลาย ได้แก่ bacteria, heterotrophic protists, microphytoplankton, nanophytoplankton และ microzooplankton (Barnes, 1987) โดย calanoid copepods ส่วนมากเป็นพวกกินพืช โดยกินอาหารแบบกรองกิน ซึ่งสามารถเลือกขนาดของอาหารและชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์โดยอาศัย setae บน maxilla โดย calanoid copepods อาจมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของรยางค์ในการกินอาหาร เช่น maxilliped เพื่อจับอาหาร โคพีพอดในกลุ่ม cyclopoid copepods และ poecilostomatoid copepods ซึ่งมีพฤติกรรมในการล่าเหยื่อ มีการพัฒนาของ setae บนรยางค์ในการกินอาหาร และ มีการเปลี่ยนแปลงส่วนของปากเพื่อการจับและการบดเคี้ยว บางชนิดเป็นโคพีพอดกลุ่มกินพืช กินทั้งพืชและสัตว์ และกินเศษซาก และ harpacticoid copepods เป็นโคพีพอดที่อาศัย หน้าดิน มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของปากเพื่อเลือกสารอาหารจากเศษซาก (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 การจัดกลุ่มโคพีพอดบริเวณอ่าวไทยตามการกินอาหาร

Feeding behaviour	ชนิดโคพีพอดบริเวณอ่าวไทยตอนใน[1]	ชนิดโคพีพอดบริเวณอ่าวมะนาว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์[2]
Herbivorous copepods	*Calanus pauper, C. vulgaris, Clausocalanus arecornis, Eucalanus subcrassus, A.crocalanus gibber, A. monachus, A. longicornis, A. similis, Acrocalanus* spp.,*Temora discaudata, T. turbinata, Paracalanus parvus, P . crassiorostris , P . aculeatus, Metacalanus aurivilli*	*Acrocalanus gibber, Canthocalanus puaper, Paracalanus aculeatus, Subeucalanus subcrassus,*
Canivorous copepods	*Acartia erythraea, A. spinicauda, Centropages orsinii, Calanopia elliptica. C. thompsoni, Microsetella norvigica, Setella gracilis, Clytemnestra scutellata, Euterpina acutifrons*	*Candacia cutula, Corycaea asiaticus, C. catus, C. speciosus, Larbidocera bipinnata, L. minuta, L. pectinata, Oithona plumnifera, Oithona sp. , Pseudodiaptomus aurivilli, P. clevei,, Sapphirinia stellata, Tortanus forcipatus, T. gracilis*
Omnivorous copepods	*Oithona plumifera, O. rigida, Oithona* spp., *Tortanus forcipatus, Candacia* spp., *Labidocera* spp. *Euchaeta* spp. *Pseudodiaptomus aurivilli, P. clevi, Corycaeus* spp. *Oncaea* spp.	*Acartia erythraea, Calanopia thompsoni, Centtropages furcatus, C. orsinii, C. tenuremis , Clytemnestr scutellata, Euterpina acutifrons, Macrosetella gracilis, Microsetella norvegica*

ที่มา: 1. Suwanrumpha (1980b) 2. Jitchum and Wongrat (2009)

ตารางที่ 2 ชนิดของอาหารของโคพีพอด

Copepod species	Prey	Reference
Mixed adult copepods	Ciliates, Heterotrophic dinoflagelates•	Schnetzer and Caron (2005)*
Calanus spp.	Ciliates, Dinoflagelates	Batten *et al.* (2001)*
C. pacifacus	Ciliates	Fessenden and Cowles (1994)*
	Thalassiosira pseudunana, T. fluvaiatilis, Coscinodiscus angstii, C. eccentricus	Frost (1972)
	Coscinodiscus angstii, Thalassiosira fluvaiatilis	Frost (1977)
C. finmarchicus	*Myrionecta rubra, Aloricate choreotrichs* > 20 µm, *Aloricatechoreotrichs* < 20 µm phytoplankton	Levinsen *et al.* (2000)*
	Thecate dinoflagellates, Naked dinoflagellates, Pennate diatoms, Centric diatoms, Ciliates, Flagellate, Crytomonad	Mayor *et al.* (2006)
C. helgolandicus	Phytoplankton, Ciliates	Vincent and Hertmann (2001)*
	Ciliates (31 - 84 µm), Dinoflagelates	Nejstgaard *et al.* (2001)*
	Phytoplankton, *Myrionecta rubra, Aloricate choeotrichs*, Heterotrophic dinoflagelates	VinCent and Hartmann (2001)*
	Dinoflagelates (<20 µm, 20-50 µm, >50 µm), Ciliates, Diatoms, *Dinophysis norvegica*, Other *Dinophysis* spp.,*Ceratium furca*, Other *Ceratium* spp.	Jansen *et al.* (2006)
	Thalassiosira weissflogii, *Prorocentrum* micans	Huskin *et al.* (2000)***
	Coscinodiscus wailesii	Roy *et al.* (1989)***
	Prorocentrum micans	Rey-Rassat *et al.* (2002)***
C. pacificus	Oxyrrhis marina, *Thalassiosira* weissflogii, *Prorocentrum minimum*	Strom *et al.* (1997)***
Paracalanus sp.	Heterotrophic dinoflagelates, Ciliates	Broglio *et al.* (1999)*
P. parvus	Ciliates	Fileman *et al.* (2007)*
	Thalassiosira fluviatilis, Ditylum brightwelli, Gonyaulax polyedra, Peridinium trochoideum	Checkley (1980)***

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Copepod species	Prey	Reference
Para-seudocalanus spp.	Ciliates, Dinoflagelates	Batten *et al.* (2001)*
	Phytoplankton, *Myrionecta rubra*, *Aloricate choeotrichs*, Heterotrophic dinoflagelates	Fileeman *et al.* (2007)*
P. elongatus	*Rhodomonas* sp., *Gymnodinium simplex*, *Tetraselmis suecica*, *Thalassiosira weissflogii*,	Koski *et al.* (1998)***
P. narvegica	Small copepod (< 1 mm), copepodite, nauplii stage	Vestheim *et al.* (2005)
Acartia sp.	Dinoflagelates (<20 µm, 20-50 µm, >50 µm), Ciliates, Diatoms, *Dinophysis norvegica*, Other *Dinophysis* spp.,*Ceratium furca*, Other *Ceratium* spp.	Jansen *et al.* (2006)
A. omorii	*Prorocentrum minimum*, *Thalassiosira rotula*, *Ditylum brightwellii*, *tintinnids*	Tsuda and Nemoto (1988)
A. tonsa	Ciliates (*Balanion comatum*), Dinoflagelates (*Heterocapsa triquetra*)	Jakobsen *et al.* (2005)
Centropages sp.	Dinoflagelates (<20 µm, 20-50 µm, >50 µm), Ciliates, Diatoms, *Dinophysis norvegica*, Other *Dinophysis* spp.,*Ceratium furca*, Other *Ceratium* spp.	Jansen *et al.* (2006)
C. abdominalis	*Prorocentrum minimum*, *Thalassiosira rotula*	Tsuda and emoto (1988)
C. typicus	*Strombidium sulcatum*	Caparroy *et al.* (1998)****
	Thalassiosira weissflogii, *Cyclotella cryptica*	Dagg (1983)****
	Skeletonema costatum, *Phaeodactylum tricornutum*,*Lauderia borealis*, *Asterionella japonica*, *Dunaliella* sp.	Gaudy (1974)****
	Oikopleura dioica (eggs, juveniles $\leq$1200 µm)	LÓpez-Urrutia *et al.* (2004)****
	Calanus eggs	Sell *et al.* (2001)****
	phytoplankton	Smith and Lane (1988)****
	Chaetoceros pseudocurvisetus, *Skeletonema costatum*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Isochrysis galbana*, *Amphidinium klebsii*, *Lauderia borealis*	Tomasini and Mazza (1978)****
	Temora longicornis nauplii, Acartia tonsa nauplii	Titalman (2001)****

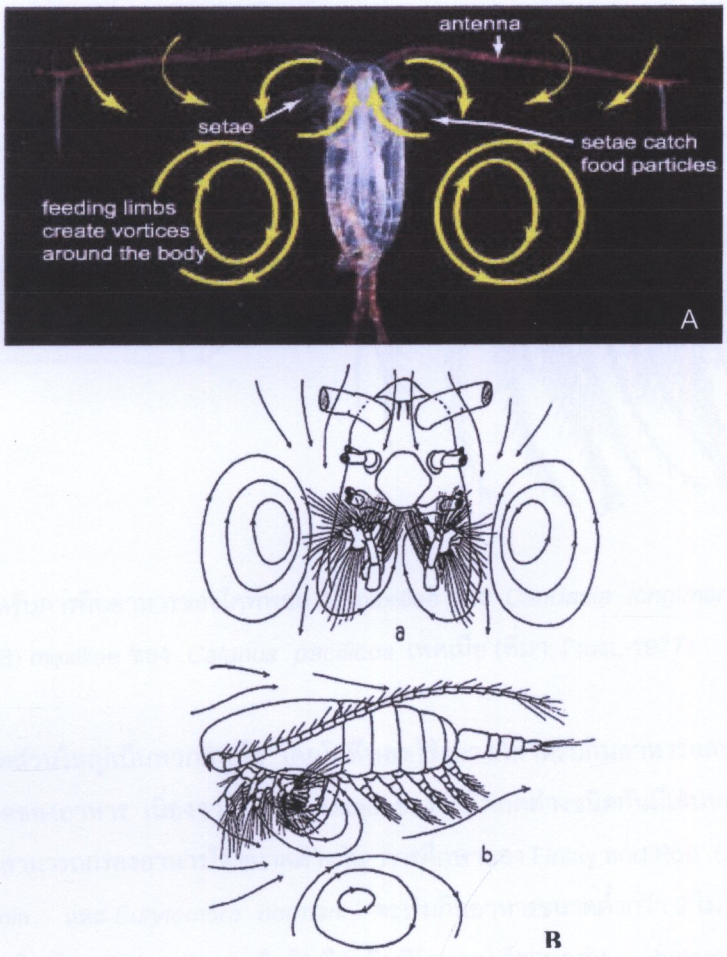
ตารางที่ 2 (ต่อ)

Copepod species	Prey	Reference
C. typicus	Fish larvae	Turner *et al.* (1985)****
	Strombidium sulcatum	Wiadnyana and Rassoulzadegan (1989)****
Temora longicornis	Dinoflagelates (<20 µm, 20-50 µm, >50 µm), Ciliates, Diatoms, *Dinophysis norvegica*, Other *Dinophysis* spp.,*Ceratium furca*, Other *Ceratium* spp.	Jansen *et al.* (2006)
	Dinoflagelates (<20 µm, 20-50 µm, >50 µm), Ciliates, Diatoms, *Dinophysis norvegica*, Other *Dinophysis* spp.,*Ceratium furca*, Other *Ceratium* spp.	Jansen *et al.* (2006)
	Thalassiosira weissflogii, Heterocapsa triquetra	Dam and Lopes (2003)***
	Uronema sp.	
	Ciliates (*Balanion comatum*), Dinoflagelates (*Heterocapsa triquetra*)	Jakobsen *et al.* (2005)
Oithona davisae	Crytophyceae, Diatom, *Thalassiosira rotula*, *Leptocylindrus danicus, Cerataulina pelegica*	Tsuda and Nemoto (1988)

* อ้างถึงโดย Fileeman *et al.* (2007) ** อ้างถึงโดย Breier and Buskey (2007)

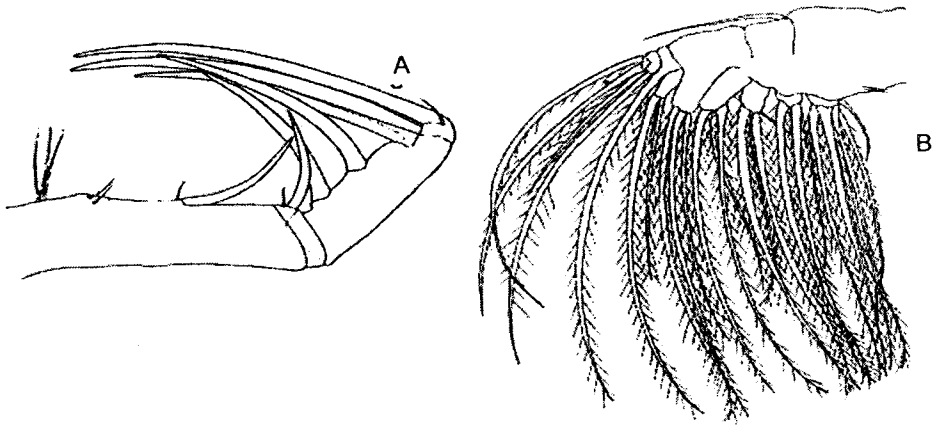
*** อ้างถึงโดย MØller (2005) ****อ้างถึงโดย Calbet *et al.* (2007)

โคพีพอดที่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนและกรองกินจากมวลน้ำ มีกลไกสำหรับการกินอาหารของโคพีพอดโดยทั่วไปใช้รยางค์ส่วน cephalosome ของลำตัวมีการดัดแปลงไปเพื่อทำหน้าที่ในการกินอาหาร โดยส่วน maxillae ทำหน้าที่ในกรองอาหาร และ mandible ทำหน้าที่บดและฉีกอาหาร และส่งอาหารเข้าสู่ปากโดยตรง (นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร, 2550) ซึ่งโคพีพอดสามารถหาอาหารได้จากการรับสัมผัสทางเคมีหรือการสั่นสะเทือนด้วย chemorecepter ในบริเวณพื้นที่รับสัมผัส จากนั้นโคพีพอดใช้ antennae กวาดไปด้านหน้า-หลังอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดกระแสน้ำหมุนเข้าด้านใต้ท้อง อาศัยรยางค์ที่มีขนที่ละเอียดคล้ายขนนก (plumose setae) ของ maxillules และ maxillae ซึ่งทำหน้าที่ช่วยในการโบกพัด คัดเลือกอาหาร และรวบรวมพวกสารอาหารต่างๆ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชขนาดพิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน แพลงก์ตอนสัตว์ รวมทั้งสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ที่ล่องลอยในน้ำ รวบรวมอาหารเข้าสู่ปากทางด้านล่าง (รูปที่ 5 A และรูปที่ 5 B) ด้วยสัณฐานวิทยาและการเคลื่อนไหวของรยางค์ปาก (mouthparts) เป็นตัวกระตุ้นให้โคพีพอดรวบรวมอาหารด้วยกลไกการกรองจากมวลน้ำ เมื่ออาหารที่เคลื่อนอยู่มาบริเวณกึ่งกลางตัวของโคพีพอด จากนั้นโคพีพอดจะใช้ maxillae ประกบบีบ (squeezing) อาหารจากกระแสน้ำเคลื่อนตาม mandibles เข้าสู่ปาก (Barnes, 1987; Ruppert *et al.*, 2003 และ นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร, 2550)



รูปที่ 5 A) กลไกการกินอาหารของโคพีพอด B) ไดอะแกรม feeding current (ที่มา: Koehland and Stickler, 1981)

รยางค์สำหรับการกินอาหารของโคพีพอดมีความแตกต่างกันตามชนิดอาหารของโคพีพอด เช่น mandibles พัฒนารูปร่างไปเพื่อทำหน้าที่บดอาหาร จึงประกอบด้วยฟันหลายซี่ รูปร่างและจำนวนฟันขึ้นอยู่กับนิสัยการกินอาหาร maxillipeds แตกต่างกันตามนิสัยการกินอาหาร โดยโคพีพอดที่กินสัตว์อื่นเป็นอาหาร พบว่า setae บน endopods มีลักษณะแข็งแรงและมีหนามเพื่อใช้ในการจับเหยื่อ ตัวอย่างเช่น พวก euchaetids endopods ที่มีโครงสร้างที่คล้ายอุ้งเล็บ โคพีพอดชนิด *Candacia longimana* เพศเมีย มี maxillae ซึ่งมี setae แข็งแรงมีโครงสร้างที่คล้ายอุ้งเล็บสำหรับเป็นผู้ล่า (Mulyadi, 2004) (รูปที่ 6 A) ส่วนโคพีพอดที่กินอาหารด้วยการกรองมี setae บน endopods มีลักษณะเป็นขนยาว ตัวอย่าง เช่น พวก oncaeid ได้แก่ *Calanus pacificus* เพศเมีย มี maxillae ซึ่งมี setae ละเอียดคล้ายขนนก (plumose setae) และแต่ละรยางค์มี setae คล้ายขนนก (Frost, 1977) (รูปที่ 6 B)



รูปที่ 6 รยางค์สำหรับการกินอาหารของโคพีพอด A) maxillae ของ *Candacia longimana* เพศเมีย (ที่มา: Mulyadi, 2004) B) maxillae ของ *Calanus pacificus* เพศเมีย (ที่มา: Frost, 1977)

โคพีพอดส่วนใหญ่เป็นพวกกินพืช โดยโคพีพอดใช้รยางค์สำหรับกินอาหารและลักษณะของปากเป็นส่วนคัดเลือกขนาดของอาหาร เนื่องจากบน maxillae ของโคพีพอดต่างชนิดกันมีเส้นขนละเอียดที่มีระยะห่างแตกต่างกันทำให้สามารถกรองอาหารได้ขนาดต่างกัน การศึกษาของ Finlay and Roff (2004) พบว่าโคพีพอด *Acartia hudsonia* และ *Eurytemora hermani* จะเริ่มกินอาหารขนาดต่ำกว่า 2 ไมโครเมตร คือ ขนาดพิโคแพลงก์ตอน โดยในทุกระยะของการเติบโตเลือกกินพิโคแพลงก์ตอนกลุ่ม heterotrophic มากกว่าพิโคแพลงก์ตอนกลุ่ม autotrophic ซึ่งโคพีพอดบางชนิดเลือกกินอาหารจากคุณค่าของอาหารให้ได้พลังงานสูง Fileeman *et al.* (2007) พบว่า *A. hudsonia* และ *E. hermani* ในทุกระยะการพัฒนาการเจริญเติบโตกินได้ทั้ง heterotrops และ autotrops โดยที่ทั้ง *A. hudsonia* และ *E. hermani* วัยอ่อนระยะ nauplius และระยะ copepodid กินอาหารได้ทั้ง heterotrops และ autotrops แต่เลือกกิน autotrops มากกว่า สำหรับโคพีพอดบางชนิดเลือกกินอาหารจากความชุกชุม เช่น *Calanus finmarchicus* ที่มีขนาดประมาณ 5 มิลลิเมตร จะเริ่มกินไดอะตอม เมื่อไดอะตอมมีความชุกชุม 11,000–373,000 เซลล์/ลิตร โดยความชุกชุมเริ่มต้นของไดอะตอมที่จะกระตุ้นให้ *C. finmarchicus* เริ่มกินแปรผันตามขนาดเซลล์ไดอะตอมที่เป็นอาหาร (Fileeman *et al.*, 2007) จากการศึกษาของ Tsuda and Nemoto (1988) พบว่าโคพีพอดบริเวณ Tokyo Bay ได้แก่ *A. omorii* ชุกชุมในเดือนกุมภาพันธ์ และ *Oithona davisae* มีความชุกชุมตลอดปี ซึ่งโคพีพอดทั้งสองชนิดเลือกกินอาหารจากแพลงก์ตอนพืชขนาดที่มีชุกชุมสูงสุด โดยโคพีพอดชนิด *A. omorii* มีอัตราการกินอาหารแปรผันตามปริมาณสารแขวนลอย ส่วน *O. davisae* มีอัตราการกินอาหารสูงเมื่อสารแขวนลอยมีขนาดต่ำกว่า 10 ไมโครเมตร *Pseudodiaptomus marinus* เลือกกินอาหารที่มีขนาดใหญ่ (มากกว่า 20 ไมโครเมตร) โคพีพอดชนิด *Centropages abdominalis* มีอัตราการกินอาหารสูงแปรผันตามขนาดของเซลล์ของอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อเซลล์มีขนาดใหญ่ในช่วง 20 ถึง 64 ไมโครเมตร และจากการศึกษาของ Fileeman *et al.* (2007) พบว่า *Calanus helgolandicus* และ *Para–Pseudocalanus* spp. มีการเลือกอาหารที่ต่างกัน

C. helgolandicus เลือกกินอาหารตามขนาดของอาหาร ในขณะที่ *Para–Pseudocalanus* spp. เลือกกินอาหารที่ความเข้มข้นของ คลอโรฟิลล์ *เอ* ที่เพิ่มขึ้น

ส่วนโคพีพอดกลุ่มที่กินทั้งพืชทั้งสัตว์ มีการกินอาหาร 2 แบบขึ้นกับลักษณะของอาหาร คือ มีการกินอาหารแบบกรองกินสำหรับอาหารที่มีขนาดเล็กและมีความหลากหลายชนิดโคพีพอดกลุ่มนี้จะสร้างกระแสน้ำเพื่อกรองอาหาร ส่วนอาหารที่มีขนาดใหญ่ (Paffenhöfer *et al.*, 1982) และเคลื่อนที่เร็วโคพีพอดกลุ่มนี้มีกลยุทธในการล่าเหยื่อโดยวิธีการซุ่มเพื่อโจมตีเหยื่อ (Greene and Landry, 1985) ซึ่ง *Centropages typicus* มีการกินอาหารทั้งสองแบบ โดยอาหารของโคพีพอดชนิด *C. typicus* กินได้ทั้ง แพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก มีขนาดน้อยกว่า 3-4 ไมโครเมตร ได้แก่ diatom, flagellate, dinoflagellate ซึ่งโคพีพอดชนิดนี้สามารถกินอาหารที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมโครเมตรสามารถกิน diatom ขนาด 22.2 ไมโครเมตร โคพีพอดขนาด 1-2 มิลลิเมตร ไข่ของโคพีพอดชนิด *Calanus finmarchicus* โคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius III และสามารถกินถุงไข่แดงของลูกปลาวัยอ่อนชนิด *Brevoortia tyrannus* (3.2-3.6 มิลลิเมตร) และลูกปลาวัยอ่อนชนิด *Leiostomus xanthurus* (1.6-1.7 มิลลิเมตร) (Calbet *et al.*, 2007) จากการศึกษาของ Vestheim *et al.* (2005) พบโคพีพอดบางชนิดกินสัตว์โดยเป็นผู้ล่า เช่น *Pareuchaeta norvegica* สามารถกินได้ตั้งแต่ ลูกปลาขนาดเล็ก โคพีพอดขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร และโคพีพอดวัยอ่อน ระยะ copepodid และระยะ nauplius นอกจากนี้โคพีพอดกลุ่ม harpacticoid copepods บางชนิดซึ่งดำรงชีวิตเป็น planktonic-epibenthic มีการเคลื่อนที่เป็นฝูงใหญ่เพื่อล่าเหยื่อ โดยเคลื่อที่อยู่บนลูกปลาขนาดเล็ก และกินครีบของลูกปลาจนไม่สามารถเคลื่อนไหวได้และจมลงสู่พื้น ส่วนโคพีพอดบางชนิดกินเศษซาก (Barnes, 1987; Ruppert *et al.*, 2003)

โคพีพอดส่วนใหญ่มีการเคลื่อนที่ขึ้นลงตามแนวดิ่ง โดยที่โคพีพอดอยู่ในที่ลึกระหว่างช่วงเวลากลางวันและขึ้นมากินอาหารบริเวณผิวน้ำในเวลากลางคืน เนื่องจากในเวลากลางวันผู้ล่า ได้แก่ ปลาขนาดเล็กในระยะตัวอ่อนอยู่ชุกชุมบริเวณผิวน้ำ ดังผลการศึกษาของ Arinardi *et al.* (1990) บริเวณ Banda Sea อินโดนีเซีย วัดค่า gut fluorescence ของโคพีพอดระยะตัวเต็มเพศเมียวัย 27 ชนิด พบรูปแบบ diurnal feeding ของโคพีพอดคือ ในเดือนสิงหาคม และในเดือนกุมภาพันธ์ช่วงเกิด upwelling โคพีพอดร้อยละ 60-67 ของชนิดที่พบทั้งหมด มีค่า gut fluorescence ในช่วงเวลากลางคืนสูงกว่าในเวลากลางวัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระดับความลึกที่พบโคพีพอดที่มี gut fluorescence สูงอยู่ที่ความลึกประมาณ 50 เมตร ซึ่งสอดคล้องกับระดับความลึกที่มีของค่าคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงสุดที่ความลึก 50–70 เมตร สอดคล้องกับการศึกษาของ Zeldis *et al.* (2002) ที่พบว่าอัตราการกินของโคพีพอดในเวลากลางคืนสูงกว่าเวลากลางวัน โดยเห็นได้จากการที่โคพีพอดขนาด 200 ไมโครเมตร และ 500 ไมโครเมตร มีค่าเฉลี่ยของ phaeopigment content เวลากลางคืนสูงกว่า

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกินอาหารของโคพีพอด

ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการกินอาหารของโคพีพอด คือ ปริมาณอาหารซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการกินอาหารและการอยู่รอดของโคพีพอดตั้งแต่โคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius ถึงระยะตัวเต็มวัย คือ เมื่อโคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius อยู่ในสภาวะที่มีปริมาณอาหารไม่เพียงพอส่งผลให้การพัฒนาของตัวอ่อนไม่ดี คือ อาจใช้เวลานานในการพัฒนาเป็นโคพีพอดวัยอ่อนระยะ copepodid และระยะตัวเต็มวัย หรือพบอัตราการ

ตายของโคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius สูง แม้เพิ่มปริมาณอาหารให้โคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius ที่มีการพัฒนาที่ผิดปกติในภายหลังก็ไม่สามารถมีการเติบโตเป็นปกติได้ และการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างอาหารที่มีเฉพาะปริมาณแพลงก์ตอนพืชชนิดเดียวคือ *Tetraselmis, Chaetoceros, Isochrysis* และแพลงก์ตอนพืชที่เสริมด้วยโรติเฟอร์ให้กับ *Microcyclops varicans* ที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน 6 ระดับมีผลต่อการใช้ระยะเวลาพัฒนา และอัตราการรอดตัวเต็มวัยของ *M. varicans* ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p< 0.01$) พบว่า *M. varicans* ที่ให้แพลงก์ตอนพืชที่เสริมด้วยโรติเฟอร์มีอัตราการรอดตายตัวเต็มวัยของสูงกว่าและใช้ระยะเวลาในการพัฒนาส่วนใหญ่น้อยกว่าที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชอย่างเดียว (ธิดา หรบรรพ์ และ สินธุวัฒน์ สุทธิอาจ , 2543)

นอกจากปริมาณอาหารเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกินอาหารของโคพีพอด ขนาดของอาหารเป็นอีกปัจจัย ซึ่งการกินอาหารของโคพีพอดด้วยวิธีการกรองกินและการจับเหยื่อขึ้นอยู่กับขนาดของอาหาร โดยจะจับกินเหยื่อที่มีขนาดเล็กกว่าโคพีพอด (Mullin, 1963; Paffenhöfer, 1988) Hansen *et al.* (1994) รายงานเกี่ยวกับสัดส่วนระหว่างขนาดของโคพีพอดซึ่งเป็นผู้ล่าต่อขนาดของอาหาร มีสัดส่วนประมาณ 18 : 1 หรืออยู่ในช่วง 10 : 1 ถึง 30 : 1 จากการศึกษาของ Jansen (2008) เปรียบเทียบระหว่าง *Acartia clausi* และ *Temora longicornis* ต่อ diatom ขนาดใหญ่ พบว่าโคพีพอดชนิด *A. clausi* ไม่กิน *Coscinodiscus wailesii* โดยเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนพบว่าขนาดของ *A. clausi* : ขนาดของ *C. wailesii* เป็น 1.1 : 1 ต่างจาก *T. longicornis* ที่ กิน *C. wailesii* โดยสัดส่วนขนาดของ *T. longicornis* : ขนาดของ *C. wailesii* เป็น 1.8 : 1

อิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้งทางชีวภาพ โดยพบว่าความหนาแน่นของโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 103ไมโครเมตร มีการแปรผันตามอิทธิพลของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ โดยเฉพาะคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนาโนแพลงก์ตอน สอดคล้องกับการศึกษาของอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์และคณะ (2547) รายงานการศึกษาบริเวณสวนป่าชายเลนและเอสทูรี่แม่น้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าความหนาแน่นของโคพีพอดวัยอ่อนระยะnauplius มีแนวโน้มในทิศทางเดียวกับปริมาณคลอโรฟิลล์จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอน และแปรผันตามอิทธิพลของผู้ล่า คือ polychaete larvae, shrimp larvae, chaetognaths และ larvarceans จากการศึกษาของพรเทพ พรรณรักษ์ (2547) พบว่าโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร แปรผันตามอิทธิพลของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากกลุ่มนาโนแพลงก์ตอนและแปรผันตามอิทธิพลของผู้ล่า เช่น hydromedusae, chaetognaths และ fish larvae ส่วนโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร มีการผันแปรผันตามอิทธิพลของผู้ล่า ได้แก่ polychaete larvae, shrimp larvae, chaetognaths และ larvaceans

สภาพทั่วไปของอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ระบบนิเวศของลุ่มน้ำปากพนังนั้นมีการจัดความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรป่าไม้ แหล่งน้ำ พื้นที่ราบและชายฝั่งทะเล โดยในส่วนของพื้นที่ราบเป็นพื้นที่ทำนามากกว่า 500,000 ไร่ พื้นที่ป่าเขตลุ่มน้ำปากพนังนั้นมีทั้งส่วนที่เป็นป่าต้นน้ำ ป่าพรุ ป่าจาก และป่าชายเลน มีระบบน้ำที่เกี่ยวโยงสัมพันธ์กัน คือ น้ำจืด น้ำเปรี้ยว น้ำกร่อยและน้ำเค็ม บริเวณอ่าวปากพนังเป็นเอสทูรี่ปากแม่น้ำซึ่งเป็นประมงที่สำคัญในอดีต โดยมีพื้นที่ป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์แห่งหนึ่ง บริเวณอ่าวปากพนังมีพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมด 71,212 ไร่ ในระยะเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 ถึง 2539 พื้นที่ป่าชายเลนลุ่มน้ำปากพนังมีอัตราการลดลงของพื้นที่อย่างรวดเร็ว เพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ส่งผลให้มีอัตราการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนร้อยละ 87.97 เมื่อการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำประสบปัญหาเนื่องจากโรคระบาดและสภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรม จากการแปรสภาพพื้นที่ป่าชายเลนเป็นพื้นที่เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งถึงแม้จะมีการปลูกป่าทดแทนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 อย่างต่อเนื่องเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 20 ปี ทำให้ป่าชายเลนลุ่มน้ำปากพนังประกอบด้วยสวนป่าอายุต่างกัน แต่สภาพแวดล้อมในอ่าวปากพนังอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม เนื่องจากการพัฒนาพื้นที่ป่าชายเลนเป็นแหล่งชุมชน รวมถึงกิจกรรมอื่น ๆ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมสำหรับชุมชนชายฝั่งทะเลได้ ที่สำคัญกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศป่าชายเลนส่งผลให้พืชและสัตว์หลายชนิดในป่าชายเลนสูญพันธุ์เป็นจำนวนมาก (จินตนา ปลาทอง, 2541; กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม, 2547)

การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศอ่าวปากพนังส่งผลกระทบต่อผู้ผลิตของระบบนิเวศเป็นลำดับแรก ได้แก่ พันธุ์ไม้ในป่าชายเลน แพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก โดยที่ในมวลน้ำมีแพลงก์ตอนพืชเป็นผู้ผลิตที่สำคัญ ประชาคมแพลงก์ตอนพืชในบริเวณอ่าวปากพนังนี้ ประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนเป็นกลุ่มเด่น โดยมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและเติบโตได้ดีกว่าแพลงก์ตอนพืชขนาดใหญ่และขนาดพิโคแพลงก์ตอน ซึ่งการศึกษาแพลงก์ตอนบริเวณสวนป่าชายเลนและเอสทูรี่แม่น้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ของอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์และคณะ (2547) ช่วงเดือนเมษายน 2544 ถึงเดือนพฤษภาคม 2545 พบองค์ประกอบของนาโนแพลงก์ตอนมีมวลชีวภาพ (มากกว่าร้อยละ 50 ถึง ร้อยละ 90 ของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ทั้งหมด) สูงกว่าพิโคแพลงก์ตอนและไมโครแพลงก์ตอน บริเวณด้านนอกของเอสทูรี่แม่น้ำปากพนัง ส่วนแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนนั้นมีความหลากหลายกว่า 54 สกุล ไดอะตอมเด่นมีความหลากหลายถึง 33 สกุล ไดโนแฟลกเจลเลต 9 สกุล ไซยาโนแบคทีเรีย 8 สกุล สาหร่ายสีเขียว 2 สกุล ซิลิโคแฟลกเจลเลต และยูกลีนอยด์กลุ่มละ 1 สกุล และพบแพลงก์ตอนสัตว์ 27 กลุ่มจาก 13 ไฟลัม diatom เป็นแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนที่มีความหนาแน่นกว่าไมโครแพลงก์ตอนกลุ่มอื่นๆ คือ มีความหนาแน่นมากกว่าร้อยละ 75 ของความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมด ส่วนประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์มีโคพีพอดตัวเต็มวัยและวัยอ่อนระยะ nauplius ของโคพีพอดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นรองลงมาคือ เพรียงระยะวัยอ่อน หอยสองฝาวัยอ่อน และเคยใหญ่ (mysids) (อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2551) ประชาคมโคพีพอดประกอบในบริเวณอ่าวปากพนังในฤดูแล้ง(เดือนตุลาคม 2550) มี

calanoid copepods เป็นโคพีพอดกลุ่มเด่นชนิดที่พบได้ชุกชุม คือ *Pseudodiaptomus annandalei*, *Pseudodiaptomus* sp., *Acartia sinjiensis*, *A. erythraea* และ *A. pacifica* ตามลำดับ

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อโครงสร้างของแพลงก์ตอนพืช พิจารณาจากมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชทั้งสามขนาด ในบริเวณสวนป่าชายเลนปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แปรผกผันกับความเข้มข้นของซิลิเกต ต่างจากบริเวณเอสทูรี่แม่น้ำปากพนังที่ปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้นสอดคล้องความเข้มข้นของซิลิเกตจากเอสทูรี่ตอนในออกสู่เอสทูรี่ตอนนอก อิทธิพลของปัจจัยสารอาหารอนินทรีย์ในบริเวณสวนป่าชายเลนมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความเข้มข้นของไนไตรท์ และบริเวณเอสทูรี่แม่น้ำปากพนังได้รับอิทธิพลของซิลิเกต ส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์มีการผันแปรตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ โดยความอุดมสมบูรณ์ของ nauplius ของโคพีพอดสัมพันธ์กับความหนาแน่นของคลอโรฟิลล์ เอ ขนาดนาโนแพลงก์ตอน (อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2551)

บทที่ 2

วิธีดำเนินการศึกษา

สถานที่ศึกษา

สถานที่ศึกษาอยู่ในอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช แบ่งออกเป็น 2 บริเวณใหญ่ คือ ระบบนิเวศป่าชายเลนและเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ซึ่งแยกเป็นบริเวณเก็บตัวอย่างรวม 8 สถานี (รูปที่ 7) ดังนี้

- ระบบนิเวศป่าชายเลนอ่าวปากพนัง แบ่งเป็น 2 พื้นที่ย่อย ได้แก่

ป่าชายเลนฝั่งตะวันออก: เป็นป่าชายเลนปลูกอายุมากกว่า 20 ปี 3 สถานี คือ ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง (PP1) ป่าลำพู (PP2) และป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อ (PP3)

ป่าชายเลนฝั่งตะวันตก: เป็นพื้นที่ป่าชายเลนแนวแคบต่อจากปากแม่น้ำสถานีเก็บตัวอย่างอยู่หน้าป่าชายเลน 2 สถานี คือ PP5 และ PP6

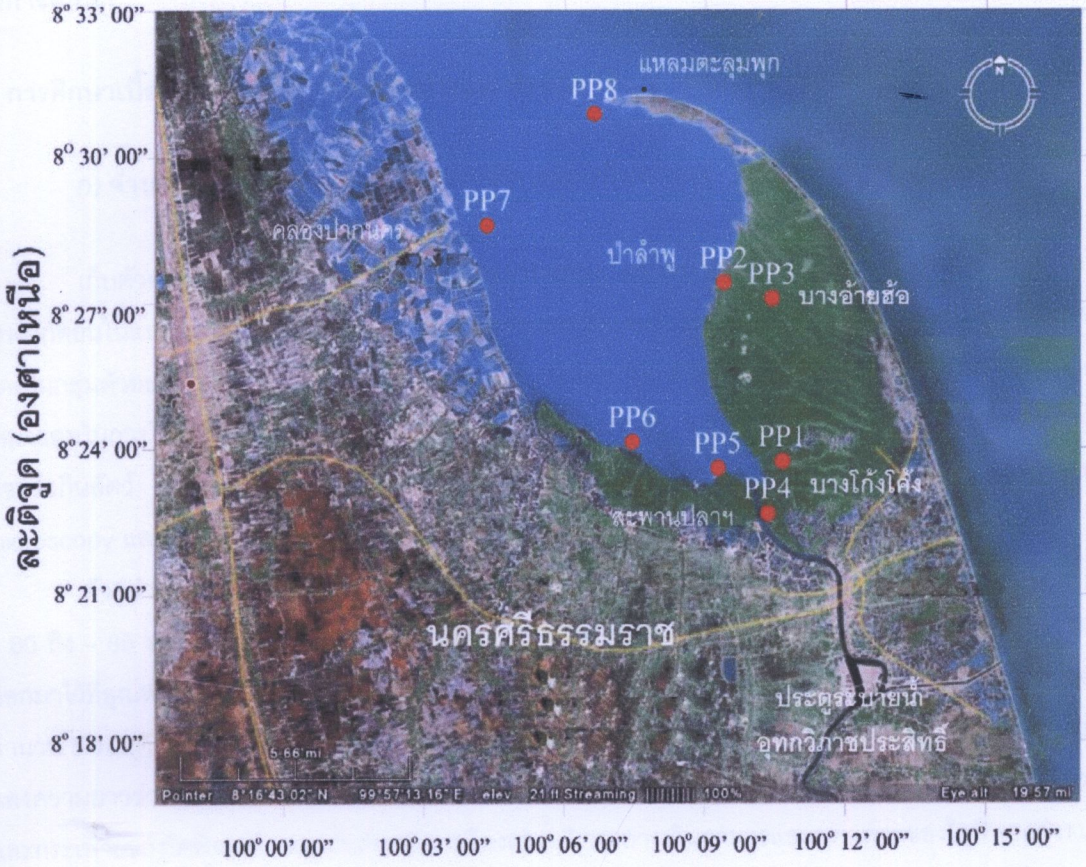
- เอสทูรี่อ่าวปากพนัง แบ่งเป็น 2 พื้นที่ ได้แก่

เอสทูรี่อ่าวปากพนังตอนใน: 1 สถานี คือ บริเวณอ่าวปากพนังฝั่งตะวันตกปากแม่น้ำปากพนังบริเวณท่าเทียบเรือประมงจังหวัดนครศรีธรรมราช (PP4)

เอสทูรี่อ่าวปากพนังตอนนอก: 2 สถานี คือ บริเวณปากแม่น้ำปากนคร (PP7) และปลายแหลมตะลุมพุก (PP8)

ตารางที่ 3 สถานที่ศึกษาบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

สถานี	พิกัด		สภาพพื้นที่
	ละติจูด	ลองติจูด	
PP1	8° 23' 44.7" N	100° 10' 39.0" E	ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง บริเวณอ่าวปากพนังฝั่งตะวันออก เป็นป่าชายเลนปลูก พ.ศ. 2530 พันธุ์ไม้ที่ปลูกบริเวณนี้ คือ โกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่
PP2	8° 27' 25.2" N	100° 9' 23.6" E	ป่าลำพูบริเวณอ่าวปากพนังฝั่งตะวันออก เป็นแนวป่าชายฝั่งทะเล พื้นที่เป็นเลน มีต้นลำพูเป็นไม้เบิกนำ
PP3	8° 27' 05.3" N	100° 10' 25.4" E	ป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อบริเวณอ่าวปากพนังฝั่งตะวันออก เป็นป่าชายเลนปลูก พ.ศ. 2534 พันธุ์ไม้เด่น คือ แสมขาว ปรงทะเล และเหงือกปลาหมอ มีการปลูกโกงกางใบใหญ่แซม
PP4	8° 22' 40.4" N	100° 10' 20.0" E	บริเวณอ่าวปากพนังตอนใน บริเวณบ้านหลวงหุนปากแม่น้ำปากพนัง หน้าท่าเทียบเรือประมงจังหวัดนครศรีธรรมราช
PP5	8° 23' 36.5" N	100° 9' 16.3" E	บริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก ใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึก
PP6	8° 24' 08.9" N	100° 7' 27.0" E	บริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก ใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กปลูกใหม่อายุ 10 เดือน อยู่ระหว่างคลองบางเปี๊ยะและคลองบางจาก
PP7	8° 28' 35.9" N	100° 4' 19.9" E	อ่าวปากพนังตอนนอก บริเวณปากคลองปากนคร ห่างจากประภาคารหมายเลข 3 ของร่องน้ำปากนคร ประมาณ 300 เมตร
PP8	8° 30' 52.7" N	100° 6' 37.3" E	อ่าวปากพนังตอนนอก บริเวณปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 7 พื้นที่ทำการศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ระยะเวลาทำการศึกษา

เก็บตัวอย่างในช่วงเวลาน้ำขึ้น 2 ฤดูกาล ครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่างในระหว่างเดือนตุลาคม 2550 ซึ่งเป็นตัวแทนฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ หรือฤดูฝนและครั้งที่ 2 ช่วงเดือนพฤษภาคม 2551 ซึ่งเป็นตัวแทนฤดูมรสุมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้หรือฤดูแล้ง

วิธีการศึกษา

1. การศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาจำนวนตัวอย่างและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการศึกษา

ก) จำนวนโคพีพอดที่เหมาะสมในการศึกษาการกินอาหาร

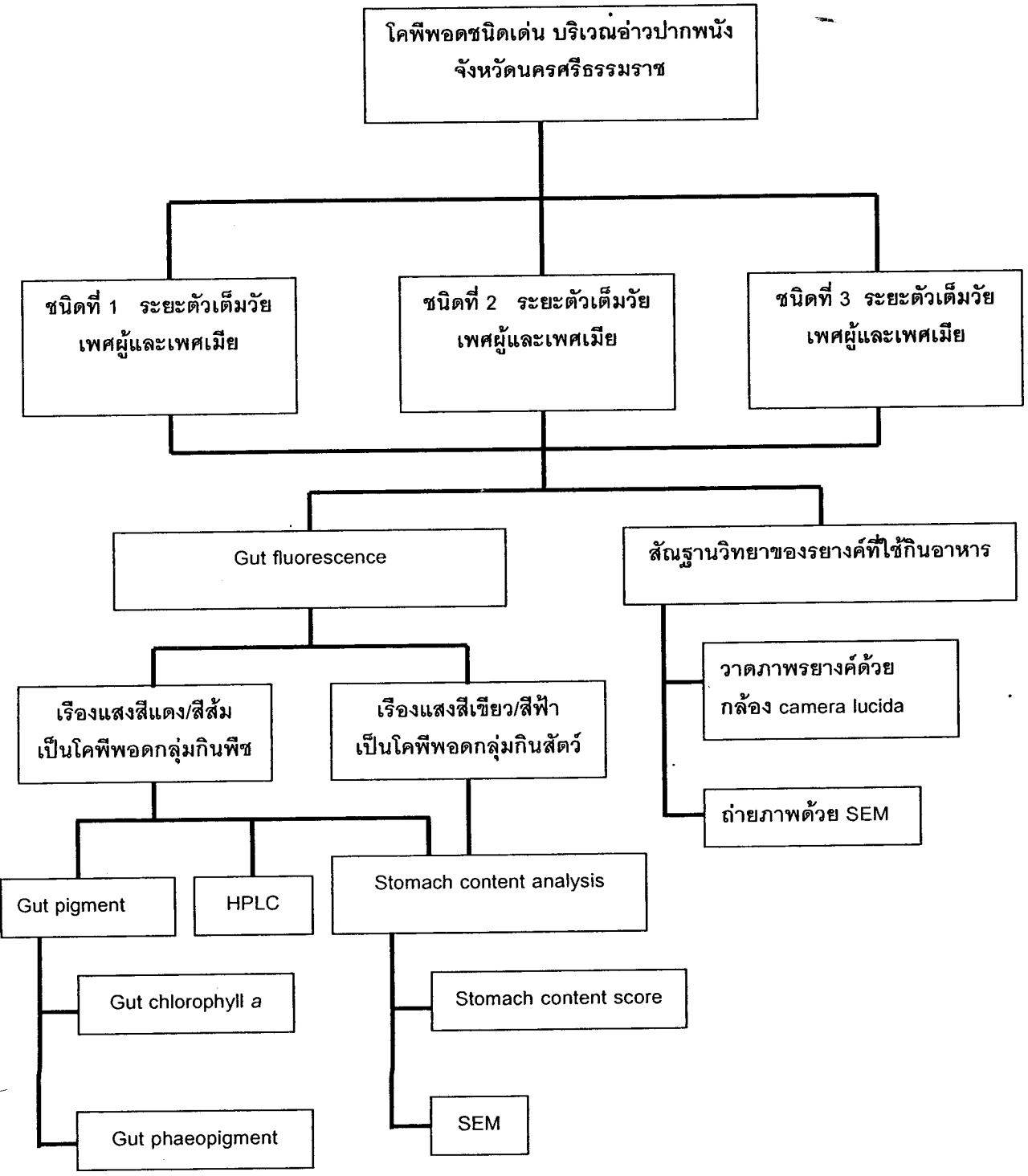
เก็บตัวอย่างโคพีพอดเชิงปริมาณโดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอนขนาดตาผ้า 330 ไมโครเมตร ทำการลากแพลงก์ตอนในแนวระดับขนานกับผิวน้ำเพื่อเลือกโคพีพอดชนิดเด่นในระยะตัวเต็มวัยที่พบมาจำแนกชนิดและเพศ จัดเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนตัวต่างๆ กันคือ 20, 30, 50 และ 100 ตัวต่อตัวอย่าง เพื่อศึกษาจำนวนโคพีพอดที่เหมาะสมในการใช้ศึกษาประเภทอาหารในทางเดินอาหารและศึกษา nutritional mode ว่าเป็นโคพีพอดกลุ่มที่กินพืชหรือกินสัตว์ โดยวิธีการ gut fluorescence (Porter and Feig, 1980) ด้วยกล้อง epifluorescence microscopy และการเพื่อศึกษาการสะสมของรงควัตถุในทางเดินอาหารด้วยวิธี gut pigment analysis

ตัวอย่างที่เก็บได้นำไปแช่น้ำแข็งแห้งทันทีระหว่างเก็บตัวอย่างในภาคสนามและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ – 80 ถึง – 85 องศาเซลเซียส (Båmstedt *et al.*, 2000) ในห้องปฏิบัติการจนกว่าจะนำมาศึกษานำตัวอย่างออกมาไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1 ชั่วโมง จำแนกชนิดและเพศของโคพีพอดชนิดเด่น จากนั้นสุ่มตัวอย่างจำนวน 5-10 ตัว/ชนิด/เพศ เพื่อศึกษาชนิดอาหารในทางเดินอาหารด้วยวิธี gut fluorescence ซึ่งกระทำโดยใช้แสงความยาวช่วงคลื่น 450–490 นาโนเมตร หรือในช่วงแสงสีฟ้า (blue exitation) กระตุ้นบริเวณทางเดินอาหารและกระเพาะของโคพีพอด จากนั้นสังเกตการเรืองแสงบริเวณทางเดินอาหารและกระเพาะของโคพีพอดว่าขนาดตัวอย่างน้อยที่สุดที่ให้การเรืองแสงชัดเจนเป็นจำนวนเท่าไหร่

ในกรณีที่พบว่าโคพีพอดชนิดที่ศึกษาเป็นกลุ่มกินพืชจะทำการศึกษาต่อโดยศึกษาการสะสมของรงควัตถุในทางเดินอาหารโดยวิเคราะห์ gut pigments เพื่อหา gut chlorophyll *a* และ gut phaeopigments สำหรับวิเคราะห์ gut pigment ใช้โคพีพอดจำนวน 30 ตัว/ชนิด/เพศ ล้างเกลือในตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นจำนวน 3 ครั้ง โดยกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (GF/F) ใส่กระดาษกรองในหลอดทดลอง เติมสารละลายอะซีโตนร้อยละ 90 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Arar and Collins (1992) จากนั้นสกัดด้วยคลื่น ultrasonic ขนาด 130 วัตต์โดยใช้ความแรงคลื่นประมาณร้อยละ 80 เป็นเวลา 30 วินาที นำตัวอย่างมาแยกส่วนที่เป็นน้ำออกด้วยการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงด้วยการตกตะกอน จำนวน 3,500 รอบ/นาที นาน 15 นาที นำสารละลายส่วนใสวัดค่าการเรืองแสงด้วยเครื่อง Fluorometer (Turner Designs, model 10-AU) เติมกรดไฮโรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.1 N วัดค่าการเรืองแสงอีกครั้ง โดยเปรียบเทียบค่า gut pigments ของตัวอย่างที่สกัดจากโคพีพอดจำนวนต่างๆ ว่าจำนวนเท่าไหร่จึงเหมาะสมต่อการศึกษา

ข) ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างโคพีพอด เพื่อศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างโคพีพอด ในช่วงเวลา 05.00-06.00 น. และ 18.00-19.00 น. โดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอนขนาดตาผ้า 330 ไมโครเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปากถุง 30 เซนติเมตรและความยาว 1 เมตร ติดมาตรวัดอัตราการไหลของน้ำ (flowmeter) ทำการลากถุงลากแพลงก์ตอนในแนวระดับขนานกับผิวน้ำ เป็นเวลา 3 นาที รวม 5 ครั้ง แบ่งตัวอย่างออกเป็น 4 ส่วน โดยโคพีพอดในขวดที่ 1 เก็บรักษาสภาพทันทีด้วยน้ำแข็งแห้ง ส่วนตัวอย่างโคพีพอดที่เหลือนำมาเลือกเอาผู้ล่าของโคพีพอดออก แบ่งตัวอย่างเป็น 3 ส่วน ใส่ขวดแยกกันบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบ 1 ชั่วโมง สุ่มตัวอย่างมา 1 ขวด เก็บรักษาสภาพด้วยน้ำแข็งแห้งเพื่อใช้วิเคราะห์ปริมาณรงควัตถุในทางเดินอาหารด้วยวิธี gut pigment analysis ตามที่กล่าวไว้ในข้อ 1ก. ตัวอย่างที่เหลือจะถูกสุ่มขึ้นมาทุกๆ 1 ชั่วโมง เก็บรักษาสภาพและวิเคราะห์ตัวอย่างเหมือนตัวอย่างอื่นๆ



รูปที่ 8 ขั้นตอนการศึกษาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. การศึกษาโครงสร้างประชากรโคพีพอดในอ่าวปากพนัง

เก็บตัวอย่างโคพีพอดเพื่อศึกษาความหลากหลายและความหนาแน่นของโคพีพอด ด้วยถุงลากแพลงก์ตอนขนาดตาผ้า 2 ขนาด คือ 103 และ 330 ไมโครเมตร ซึ่งติดมาตรวัดอัตราการไหลของน้ำ ทำการลากถุงลากแพลงก์ตอนสองครั้ง ในช่วงเวลา 09.00-12.00 น. ทำการลากแพลงก์ตอนในแนวระดับขนานกับผิวน้ำ เป็นเวลา 1 นาทีสำหรับถุงลากขนาดตาถี่ เวลา 3 นาทีสำหรับถุงลากขนาดตาใหญ่ รักษาสภาพตัวอย่างด้วยน้ำยาฟอร์มาลินให้มีความเข้มข้นสุดท้ายร้อยละ 4-10 ทำการเก็บ 2 ซ้ำในแต่ละสถานีที่กำหนดไว้ 8 สถานี สำหรับแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโคพีพอด ทำการแยกออกจากตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์อื่นๆ แล้วจึงจำแนกถึงระดับชนิด (species) โดยอ้างอิงตามเอกสารของ David (1955), Kasturirangan (1963), Tanaka (1964), Suwanrumpha (1980), Kabata (1968), Smith (1977), Walter (1984), สุนีย์ สุวภีพันธ์ (2529), Walter (1986), Suwanrumpha (1987), Walter (1987), ลัดดา วงศ์รัตน์ (2543), Walter *et al.* (2006), Mulyadi (2002), JSPS-CU-NRCT (2003), Pinkaew (2003), Mulyadi (2004), บัณฑิต สิขัณฑกสมิต (2545), พรเทพ พรรณรักษ์ (2547), Conway *et al.* (2006), UPM-JSPS Training Course (2006), Huggett and Grieve (2007) และ ณัฏฐวดี ภูคำ (2551) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo และกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ นับจำนวนโคพีพอดแต่ละชนิด คำนวณความหนาแน่นของโคพีพอดเป็นจำนวนตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร ดูสัดส่วนของโคพีพอดระยะตัวเต็มวัย โคพีพอดวัยอ่อนระยะ copepodid และระยะ nauplius เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกตัวอย่างจากถุงลากแพลงก์ตอนขนาดใดขนาดหนึ่งที่ให้ความหนาแน่นของโคพีพอดตัวเต็มวัยสูง

3. การศึกษาชนิดและปริมาณอาหารในทางเดินอาหารและกระเพาะอาหารของโคพีพอดชนิดเด่น

ก) สัณฐานวิทยาของรยางค์ของโคพีพอดที่ใช้ในการกินอาหาร

นำตัวอย่างโคพีพอดจากถุงลากแพลงก์ตอนขนาดตาผ้าที่ให้โคพีพอดตัวเต็มวัยมากที่สุดที่ได้จากการจำแนกชนิดโคพีพอดถึงระดับชนิดและระดับ genus ในข้อ 2 ข้างต้น นำมาจัดกลุ่มตามการกินอาหาร เพื่อศึกษาชนิดอาหารของโคพีพอดโดยเปรียบเทียบระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง และระหว่างสถานี โดยจัดกลุ่มโคพีพอดตามประเภทการกินอาหารที่ Suwanrumpha (1980b) ได้เสนอไว้ และศึกษาเปรียบเทียบรยางค์ของโคพีพอดชนิดเด่นที่พบ โดยสุ่มเลือกโคพีพอดจำนวน 5-10 ตัว/ชนิด จากนั้นตัดรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอดบริเวณส่วนหัวด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบต่อด้วยมีดผ่าตาและปลายเข็มฉีดยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบซึ่งต่อกับกล้อง camera lucida วาดรูปรยางค์ และศึกษาสัณฐานวิทยาของรยางค์ในการกินอาหาร ด้วย SEM โดยเตรียมตัวอย่างโคพีพอดโดยสุ่มเลือกโคพีพอด ชนิดเด่นจำนวน 30 ตัว/ชนิด นำมาล้างด้วยน้ำกลั่นจำนวน 3 ครั้ง จากนั้นดึงน้ำออกจากตัวสัตว์ด้วย ethanol ความเข้มข้นร้อยละ 10, 30, 50, 70, 90, 95, และ absolute alcohol ความเข้มข้นละ 2 ครั้ง ครั้งละ 10 -15 นาที ทำตัวอย่างให้แห้งด้วย Critical Point Dryer (Balzers รุ่นCPD020) จากนั้นติดตัวอย่างบนแท่นตัวอย่างด้วยเทปกาวสองหน้าหรือกาว นำโคพีพอดไปฉาบทองด้วยเครื่อง Ion sputter จากนั้นติดตัวอย่างบนแท่นตัวอย่างด้วยเทปกาวสองหน้าหรือกาว โดยจัดให้

โคพีพอดหงายด้านท้อง (ventral) ขึ้น นำตัวอย่างไปฉาบทองด้วยเครื่อง Ion sputter จากนั้นถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scaning Electron Microscopy: ยี่ห้อ JEOL รุ่น JSM – 5410LV) ส่วนโคพีพอดชนิดอื่นที่พบซึ่งจำแนกถึงระดับ genus และระดับชนิดตามข้อ 2 เปรียบเทียบรยางค์ของโคพีพอดแต่ละชนิดโดยรวบรวมเอกสารเกี่ยวกับรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอด

ข) การกินอาหารโคพีพอดชนิดเด่น

เก็บตัวอย่างโคพีพอดเพื่อศึกษาชนิดอาหารของโคพีพอดเชิงปริมาณ ทำการเก็บ 2 ซ้ำโดยลากแพลงก์ตอนในแนวระดับขนานกับผิวน้ำ ด้วยถุงลากแพลงก์ตอนขนาดตาผ้า 330 ไมโครเมตร ในช่วงเวลาน้ำขึ้นตอนกลางวันระหว่างเวลา 09.00-12.00 น. ตามสถานีที่กำหนดไว้ 8 สถานี รักษาสภาพโคพีพอดโดยการแช่ในน้ำแข็งแห้งในภาคสนามและแช่แข็งที่อุณหภูมิ – 80 ถึง – 85 องศาเซลเซียส (Båmstedt *et al.*, 2000) ในห้องปฏิบัติการ ในการวิเคราะห์นำตัวอย่างวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อละลายน้ำแข็งจากนั้นล้างเกลือจากตัวอย่างโคพีพอดด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง สุ่มโคพีพอดจำนวน 10 ตัว/ชนิด เพื่อจำแนกโคพีพอดเป็นกลุ่มกินพืชหรือกินสัตว์โดยวิธี gut fluorescence โดยกระตุ้นด้วยแสงสีฟ้าที่ความยาวคลื่น 450-490 นาโนเมตร สังเกตการเรืองแสง ถ้าพบการเรืองแสงสีแดงของคลอโรฟิลล์ *เอ* ในกระเพาะของโคพีพอด แสดงว่าอาหารในกระเพาะของโคพีพอดเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม eukaryotes แต่ถ้าพบการเรืองแสงสีส้มซึ่งเกิดการเรืองแสงของคลอโรฟิลล์ *เอ* และไฟโคบิลิน (phycobilins) แสดงว่าอาหารเป็นกลุ่ม autotrophic prokaryotes คือ cyanobateria หรือ eukaryote กลุ่ม haptophytes และหากพบการเรืองแสงสีเขียวและสีฟ้าแสดงว่าอาหารเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดอื่นหรือแบคทีเรีย (Porter and Feig, 1980)

- โคพีพอดกลุ่มที่กินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร

ศึกษาการกินอาหารโคพีพอดชนิดเด่นตามการศึกษาโคพีพอดกลุ่มที่กินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารในข้อ 1 ก) โดยนำโคพีพอดที่แช่แข็งไว้มาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1 ชั่วโมง กรองและล้างโคพีพอดด้วยน้ำกลั่น 5 ครั้งเพื่อเอาเกลือออก จากนั้นสุ่มโคพีพอดจำนวน 30-50 ตัว/ชนิด/เพศ เพื่อศึกษาการสะสมของรงควัตถุในทางเดินอาหารโดยวิเคราะห์ gut pigments ตามวิธีการในข้อ 1ก) สำหรับโคพีพอดกลุ่มที่กินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร ให้สุ่มโคพีพอดชนิดเด่นจำนวน 200 ตัว/ชนิด/เพศ จากนั้นกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (GF/F) ใส่กระดาษกรองในหลอดทดลอง เติมสารละลายอะซีโตนร้อยละ 90 ปริมาตร 3 มิลลิลิตร สกัด 24 ชั่วโมงในที่มืดและเย็น จากนั้นนำตัวอย่างมาแยกส่วนที่เป็นน้ำออกด้วยการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงด้วยการตกตะกอน จำนวน 3,500 รอบ/นาที นาน 15 นาที นำสารละลายส่วนใสปริมาตร 1 มิลลิลิตร วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

- โคพีพอดกลุ่มที่กินแพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหาร

ศึกษาชนิดอาหารที่พบในกระเพาะโดยการวิเคราะห์อาหารจากการผ่าตัดกระเพาะ (stomach content analysis) เพื่อทำการศึกษาองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะ เพื่อให้ทราบว่าโคพีพอดชนิดที่ศึกษากินอะไรเป็นอาหารและจัดอยู่ใน trophic level ใด สุ่มเลือกโคพีพอดจำนวน 20 ตัว/ชนิด/เพศ จากนั้นวัดและบันทึก

ความยาว (total length) ของโคพีพอดแต่ละตัว ผ่าตัดบริเวณท้องของโคพีพอดด้วยปลายเข็มให้คะแนนทางเดินอาหารตามปริมาณของอาหารในกระเพาะคือ ถ้ามีอาหารเต็มให้คะแนนเต็ม 10 คะแนน และให้คะแนนลดหลั่นลงตามสัดส่วนของอาหารในทางเดินอาหาร ผ่าเอาอาหารในกระเพาะ smear บนกระจกสไลด์ ศึกษาองค์ประกอบอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scaning Electron Microscopy : ยี่ห้อ JEOL รุ่น JSM – 5410LV) โดยนำอาหารในทางเดินอาหารของโคพีพอดที่ได้เตรียมตัวอย่างตามขั้นตอนในการศึกษาสัณฐานวิทยาของรยางค์ในการกินอาหารด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดในข้อ 3 ก)

ค) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ

ความอุดมสมบูรณ์ของอาหารของโคพีพอด

- มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช

ศึกษามวลชีวภาพในรูปของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Fluorometric method (Arar and Collins, 1992) โดยเก็บน้ำตามระดับความลึก จากผิวน้ำ กลางน้ำ และเหนือพื้นท้องน้ำด้วยกระบอกเก็บน้ำมารวมกัน กรองน้ำด้วยผ้ากรองไนลอน ขนาดตา 200 ไมโครเมตรเพื่อแยกแพลงก์ตอนสัตว์และขยะที่แขวนลอยในน้ำออก จากนั้นกรองน้ำโดยใช้เทคนิคการกรองแยกเป็นส่วน (size fractionation technique) เพื่อแบ่งแพลงก์ตอนพืชเป็นสองกลุ่มขนาด คือ กลุ่มไมโครแพลงก์ตอนขนาดเซลล์ 20.0-200.0 ไมโครเมตร นาโนแพลงก์ตอนและพิโคแพลงก์ตอนขนาดเซลล์ขนาดเซลล์ ตั้งแต่ 0.2-20.0 ไมโครเมตร บนกระดาษกรอง GF/F จากนั้นเก็บกระดาษกรองทั้งหมดแช่แข็งไว้จนกว่าจะทำการวิเคราะห์มวลชีวภาพในรูปของปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* โดยสกัดคลอโรฟิลล์ *เอ* ด้วยสารละลายอะซิโตน 90% และวัดการเรืองแสงของคลอโรฟิลล์ที่สกัดได้ด้วยเครื่อง Fluorometer (Turner Design model 10-AU)

- ความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนแต่ละสถานี เพื่อศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์และศึกษากลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ที่กินอาหารแบบเดียวกับระยะตัวเต็มวัย โคพีพอดวัยอ่อนระยะ copepodid และระยะ nauplius และกลุ่มผู้ล่าของโคพีพอด ทั้งแพลงก์ตอนขนาดไมโครแพลงก์ตอนและขนาดเมโซแพลงก์ตอน โดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอน ขนาดตา 103 และ 330 ไมโครเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปากถุง 30 เซนติเมตรและความยาว 1 เมตร ติดมาตรวัดอัตราการไหลของน้ำ (flowmeter) ลากแพลงก์ตอนในแนวระดับขนานกับผิวน้ำ เป็นเวลา 1 นาทีสำหรับถุงลากขนาดตาถี่ เวลา 3 นาทีสำหรับถุงลากขนาดตาใหญ่ทำการลากถุงลากแพลงก์ตอนสองครั้ง ตัวอย่างที่ได้เก็บรักษาในน้ำยาฟอร์มาลินที่มีความเข้มข้นสุดท้ายร้อยละ 5–10 จำแนกแพลงก์ตอนออกเป็นกลุ่มโดยอ้างอิงตามเอกสารของ Smith (1977) และ Davis (1955) และนับจำนวนทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้ตรวจส่องรูป 3 มิติ (stereo microscope) ตัวอย่างที่มีความหนาแน่นสูงจะถูกแบ่งด้วยอุปกรณ์แบ่งส่วนแพลงก์ตอนแบบ Folsom' splitter และสุ่มนับเพียงบางส่วน คำนวณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์เป็นจำนวนตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร

ง) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

ตรวจวัดปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพในน้ำก่อนทำการเก็บตัวอย่าง ได้แก่ ความลึกของน้ำวัดด้วย Depth sounder หรือ ใช้เชือกที่มีเครื่องหมายบอกระยะและปลายมีตุ้มน้ำหนักสำหรับถ่วง วัดอุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) และความเป็นกรด–เบสตามระดับความลึก ด้วยเครื่อง Water Qyality Checker (WQC-22A) และหาความโปร่งแสงของน้ำด้วยแผ่น secchi disc

4. การกินอาหารของโคพีพอดในรอบ 24 ชั่วโมง

เก็บตัวอย่างโคพีพอดเพื่อศึกษาช่วงเวลาการกินอาหารของโคพีพอดโดยลากแพลงก์ตอนในแนวระดับขนานกับผิวน้ำ บริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนคร ใกล้สถานี PP7 อ่าวปากพนังฝั่งตะวันตก บริเวณปากคลองปากนคร ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน 4 ช่วงในรอบวันคือ ช่วงเวลาน้ำนิ่งขณะน้ำลง ช่วงเวลาน้ำกำลังลง น้ำกำลังขึ้น และช่วงน้ำขึ้นสูงสุด ในระหว่างวันที่ 25-26 พฤษภาคม พ.ศ. 2551 รักษาสภาพตัวอย่างโดยแช่ในน้ำแข็งแห้งทันที และนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ – 80 ถึง – 85 องศาเซลเซียส (Båmstedt *et al.*, 2000) เพื่อใช้ศึกษาชนิดอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นตามวิธีการในหัวข้อ 1 ก)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. จัดกลุ่มบริเวณที่มีโครงสร้างประชากรโคพีพอดในคล้ายคลึงกันด้วย Clustering analysis โดยพิจารณาจากค่าความคล้ายคลึง (Bray - Curtis Similarity) ของโคพีพอดโดยใช้โปรแกรม Primer 5 (Clarke and Gorley, 2001)

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นในระยะตัวเต็มวัยในกระเพาะกับปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* โดยใช้ผลของการศึกษาจากค่าการเรืองแสง เปรียบเทียบกับความหลากหลายและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชขนาด ไมโครแพลงก์ตอน นาโนแพลงก์ตอน และพิโคแพลงก์ตอน

3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและปริมาณคลอโรฟิลล์กับโคพีพอดชนิดเด่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient)

บทที่ 3

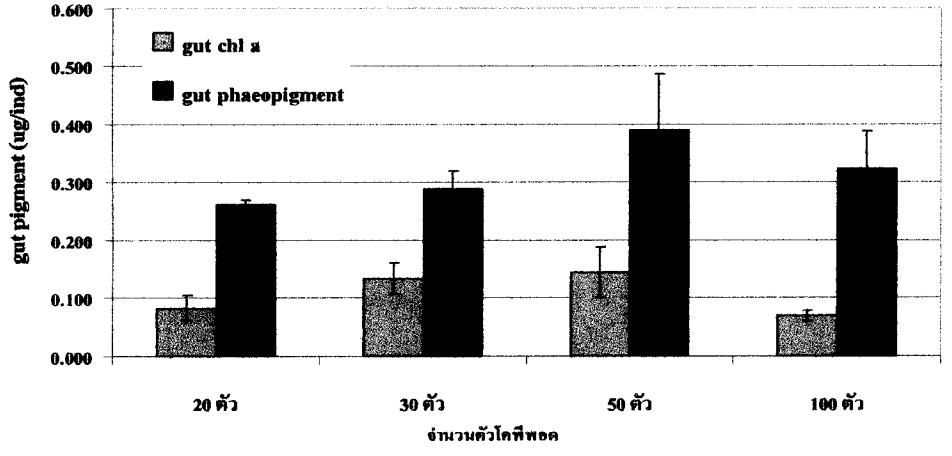
ผลการศึกษา

1. การศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาจำนวนตัวอย่างและช่วงเวลาที่เหมาะสม

จำนวนตัวอย่างโคพีพอดที่เหมาะสมในการศึกษา gut pigment

การศึกษาการจำแนกประเภทอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารของโคพีพอดชนิด *Pseudodiaptomus annandalei* เพศเมีย โดยใช้ตัวอย่างโคพีพอดจากบริเวณปากแม่น้ำบางประกง จังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อจัดกลุ่มโคพีพอดชนิด *P. annandalei* เป็นกลุ่มกินพืชหรือกินสัตว์ โดยวิธี gut fluorescence ด้วยกล้อง epifluorescence microscopy โดยการกระตุ้นด้วยแสงสีฟ้า (blue exitation) มีความยาวในช่วงคลื่น 450–490 นาโนเมตร บริเวณทางเดินอาหารและกระเพาะของ *P. annandalei* เพศเมีย พบว่าบริเวณกระเพาะและทางเดินอาหารของ *P. annandalei* เพศเมียมีการเรืองแสงสีส้ม

การนำ *P. annandalei* เพศเมีย จำนวน 20, 30, 50 และ 100 อย่างละ 4 ซ้ำมาศึกษาการสะสมของรงควัตถุในทางเดินอาหารของโคพีพอดชนิด พบ gut chlorophyll *a* และ gut phaeopigment แปรผันอยู่ในช่วง 0.070 ถึง 0.144 μg ind^{-1} และ 0.261 ถึง 0.390 μg ind^{-1} ตามลำดับ (รูปที่ 9) โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบจำนวนโคพีพอดที่เหมาะสมในการศึกษา gut pigment ของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าปริมาณ gut pigment จาก *P. annandalei* เพศเมีย จำนวน 50 ตัว มีค่าสูงสุด คือ มีค่า gut chl *a* เท่ากับ 0.144 μg ind^{-1} และมีค่า gut phaeopigment เท่ากับ 0.390 μg ind^{-1} ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณ gut pigment เฉลี่ยที่ใช้ *P. annandalei* เพศเมีย จำนวน 30 ตัว คือ มีค่า gut chl *a* และค่า gut phaeopigment เท่ากับ 0.134 μg ind^{-1} และ 0.289 μg ind^{-1} ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่าจำนวนที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณ gut pigment ของโคพีพอด คือ 30 ถึง 50 ตัว ที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.05$)



รูปที่ 9 ปริมาณ gut pigment ในโคพีพอดชนิด *Pseudodiaptomus annandalei* จำนวนต่างๆ (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน)

ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างโคพีพอดเพื่อศึกษาปริมาณ gut pigment

การศึกษาช่วงเวลาเหมาะสมในการเก็บตัวอย่างโคพีพอดโดยเฉพาะชนิด *Pseudodiaptomus annandalei* เป็นโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในเดือนมีนาคม 2551 ได้ทำการเก็บตัวอย่าง 2 ช่วง คือ ในช่วงเช้าระหว่างเวลา 05.00-06.00 น. และ ช่วงเย็นระหว่างเวลา 18.00-19.00 น. พบปริมาณ gut pigment เฉลี่ยของ *P. annandalei* ทั้งเพศเมียและเพศผู้ในช่วงเช้ามีค่า gut chlorophyll *a* และค่า gut phaeopigment แปรผันอยู่ในช่วง 0.068 ถึง 0.184 $\mu g\ ind^{-1}$ และ 0.014 ถึง 0.164 $\mu g\ ind^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนปริมาณ gut pigment เฉลี่ยของ *P. annandalei* ทั้งสองเพศในช่วงเย็นมีค่า gut chl *a* แปรผันอยู่ในช่วง 0.030 ถึง 0.157 $\mu g\ ind^{-1}$ และมีค่า gut phaeopigment แปรผันอยู่ในช่วง 0.004 ถึง 0.155 $\mu g\ ind^{-1}$ (ตารางที่4) จากการศึกษาพบว่าปริมาณ gut pigment ของ *P. annandalei* เพศเมียในช่วงเช้าจากขวดตัวอย่างที่รักษา

สภาพทันทีมีค่า gut chl *a* เท่ากับ 0.124 $\mu g\ ind^{-1}$ และ gut phaeopigment เท่ากับ 0.106 $\mu g\ ind^{-1}$ และปริมาณ gut pigment ของ *P. annandalei* เพศเมียในช่วงเย็น จากขวดตัวอย่างที่รักษาสภาพทันทีมีปริมาณ gut chl *a* เท่ากับ 0.157 $\mu g\ ind^{-1}$ และค่า gut phaeopigment เท่ากับ 0.145 $\mu g\ ind^{-1}$ สูงกว่าขวดตัวอย่างที่บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ($p< 0.05$)

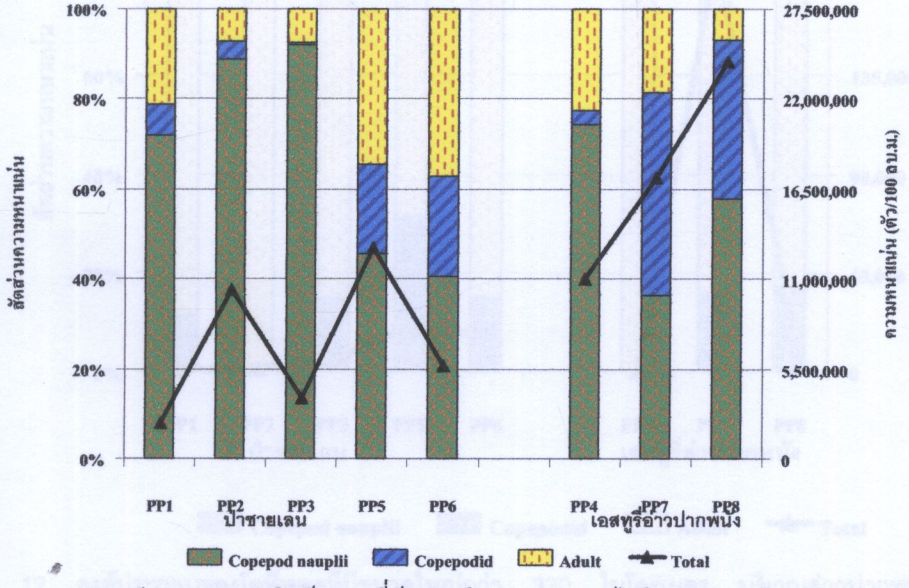
ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ gut pigment ในโคพีพอดหลังการเก็บตัวอย่าง

เวลาที่เก็บตัวอย่าง	เวลาตรึงสภาพตัวอย่าง	เพศ	Gut chl a	Gut phaeopigment
05.00-06.00 น.	ทันที	F	0.124±0.026	0.106
		M	0.108±0.041	0.054±0.032
	1 ชั่วโมงหลังจากเก็บตัวอย่าง	F	0.100±0.037	0.014±0.057
		M	0.166	0.000
	2 ชั่วโมงหลังจากเก็บตัวอย่าง	F	0.148±0.045	0.000
		M	0.184	0.086
	3 ชั่วโมงหลังจากเก็บตัวอย่าง	F	0.068	0.026±0.078
		M	0.166±0.017	0.097±0.078
18.00-19.00 น.	ทันที	F	0.157±0.073	0.145
		M	0.104±0.032	0.004
	1 ชั่วโมงหลังจากเก็บตัวอย่าง	F	0.030±0.027	0.008
		M	0.067±0.012	0.000
	2 ชั่วโมงหลังจากเก็บตัวอย่าง	F	0.091	0.155
		M	0.075	0.056
	3 ชั่วโมงหลังจากเก็บตัวอย่าง	F	0.076	0.086

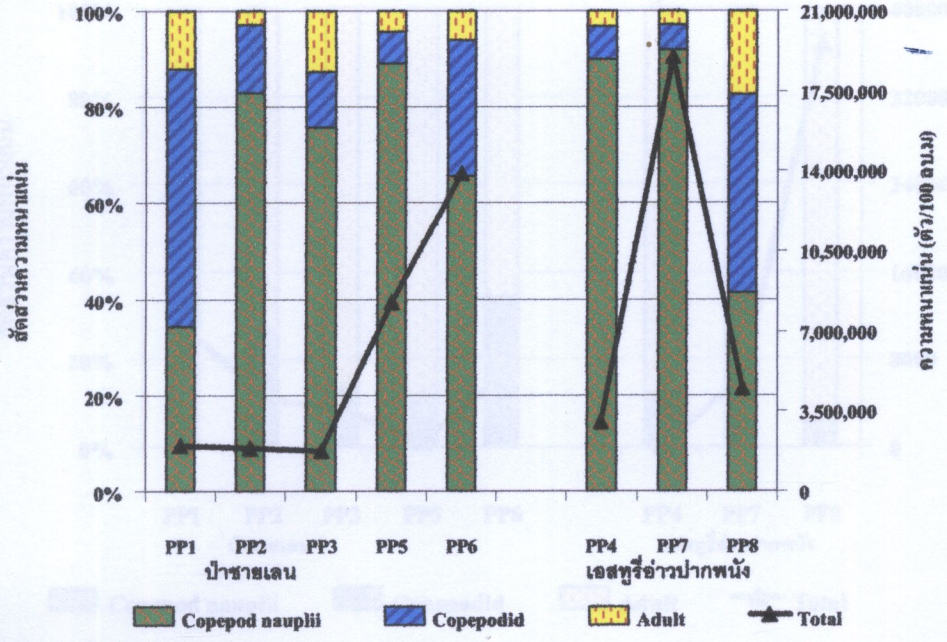
ส่วน *P. annandalei* เพศผู้พบว่าปริมาณ gut pigment ในช่วงเช้าสูงสุดในขวดที่บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยมีค่า gut chl *a* เท่ากับ 0.184 μg ind^{-1} และค่า gut phaeopigment เท่ากับ 0.086 μg ind^{-1} และปริมาณ gut pigment ในช่วงเย็นของ *P. annandalei* เพศผู้สูงสุดในขวดตัวอย่างที่บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง เช่นเดียวกับในช่วงเช้าค่า gut chl *a* เท่ากับ 0.075 μg ind^{-1} และค่า gut phaeopigment เท่ากับ 0.056 μg ind^{-1} ปริมาณ gut pigment โคพีพอดชนิด *P. annandalei* ทั้งเพศผู้และเพศเมียพบว่า ทั้งในช่วงเช้าและช่วงเย็น ปริมาณ gut pigment จาก *P. annandalei* ที่เก็บรักษาสภาพด้วยน้ำแข็งแห้งทันทีมีปริมาณ gut chl *a* และค่า gut phaeopigment มีค่าสูง ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างโคพีพอดเพื่อศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหาร ควรเลือกเก็บตัวอย่างโคพีพอดในช่วงเช้าและควรเก็บรักษาสภาพโคพีพอดด้วยน้ำแข็งแห้งทันที

2. โครงสร้างประชากรโคพีพอดบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

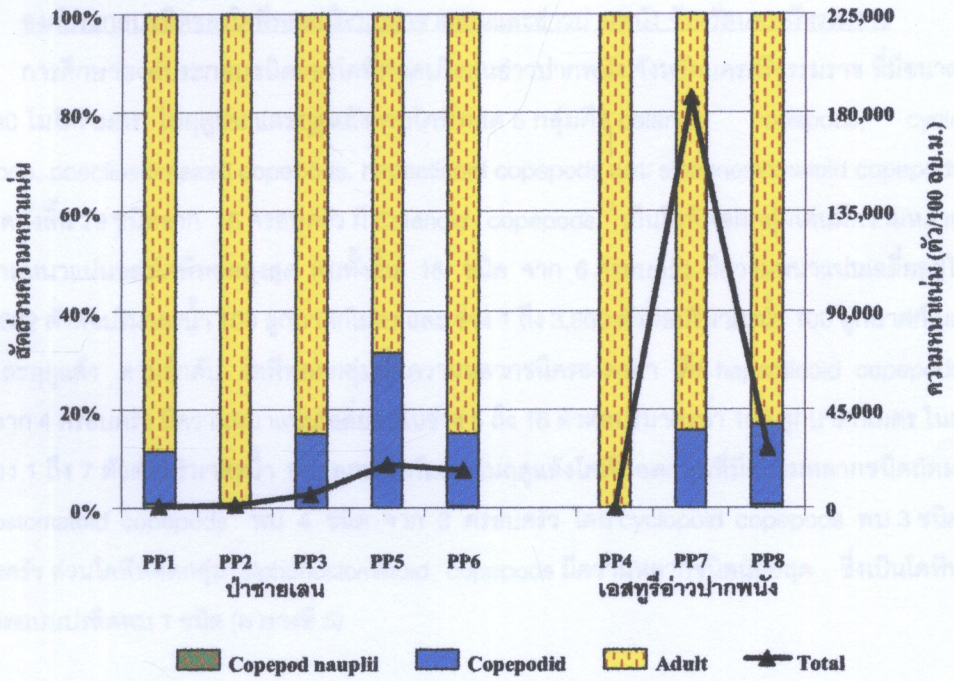
ความหนาแน่นของโคพีพอดบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในเดือนตุลาคม 2550 ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูฝน และเดือนพฤษภาคม 2551 เป็นตัวแทนในฤดูแล้ง พบว่าในฤดูฝนมีความหนาแน่นเฉลี่ยของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร อยู่ในช่วง 2.22×10^6 ถึง 2.43×10^7 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร บริเวณปลายแหลมตะลุมพุกมีความหนาแน่นเฉลี่ยของโคพีพอดสูงสุด ส่วนในฤดูแล้งพบความหนาแน่นของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตรแปรผันอยู่ในช่วง 1.73×10^6 ถึง 1.90×10^7 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งบริเวณปากคลองปากนครมีความหนาแน่นเฉลี่ยของโคพีพอดสูงสุด โดยโคพีพอดระยะ nauplius มีสัดส่วนความหนาแน่นร้อยละ 58 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร และมีความหนาแน่นบริเวณป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อเท่ากับ 3.44×10^6 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 10) ส่วนในฤดูแล้งพบโคพีพอดระยะ nauplius มีสัดส่วนความหนาแน่นคิดเป็นร้อยละ 77 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร ซึ่งโคพีพอดระยะ nauplius ในบริเวณปากคลองปากนครมีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด 1.75×10^7 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 11) สำหรับสัดส่วนความหนาแน่นของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรส่วนใหญ่เป็นโคพีพอดระยะตัวเต็มวัย ในฤดูฝนพบว่าความหนาแน่นเฉลี่ยของโคพีพอดอยู่ในช่วง 1.70×10^2 ถึง 1.87×10^5 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร พบหนาแน่นสูงสุดบริเวณปากคลองปากนคร ซึ่งโคพีพอดระยะตัวเต็มวัยในฤดูฝนมีสัดส่วนความหนาแน่นคิดเป็นร้อยละ 83 ของโคพีพอดทั้งหมดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร (รูปที่ 12) ส่วนในฤดูแล้งความหนาแน่นเฉลี่ยแปรผันอยู่ในช่วง 1.03×10^2 ถึง 3.66×10^5 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีความหนาแน่นสูงสุดบริเวณปลายแหลมตะลุมพุก โดยสัดส่วนความหนาแน่นของโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรคิดเป็นร้อยละ 85 (รูปที่13) จึงใช้โคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรเพื่อศึกษาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่น



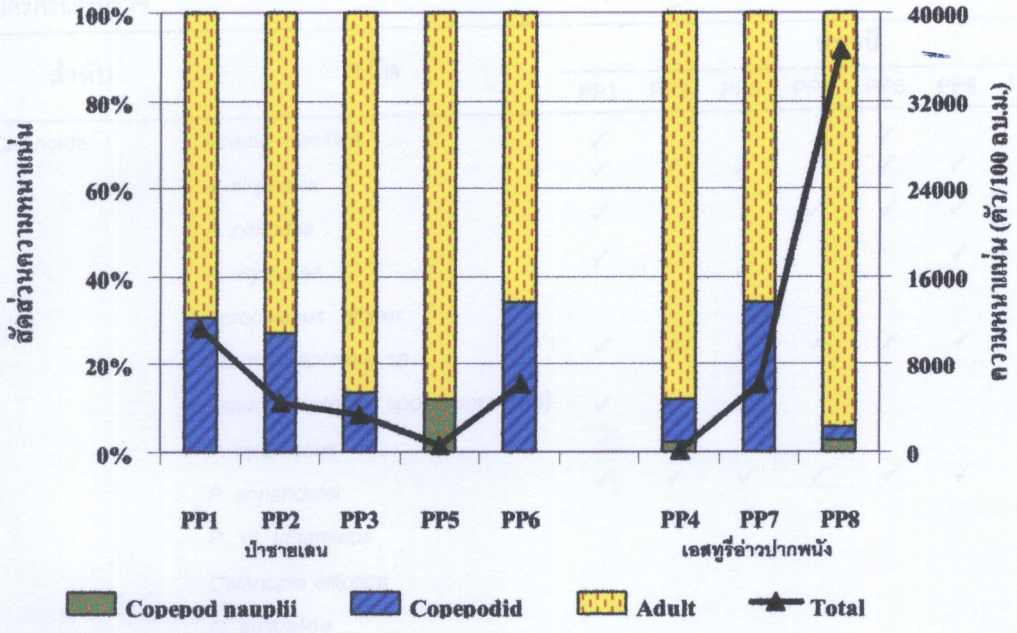
รูปที่ 10 องค์ประกอบของโคพีพอด ที่มีขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน



รูปที่ 11 องค์ประกอบของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง



รูปที่ 12 องค์ประกอบของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชในฤดูฝน



รูปที่ 13 องค์ประกอบของโคพีพอด ที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชในฤดูแล้ง

<u>องค์ประกอบชนิดของโคพีพอดบริเวณป่าชายเลนและอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช</u>

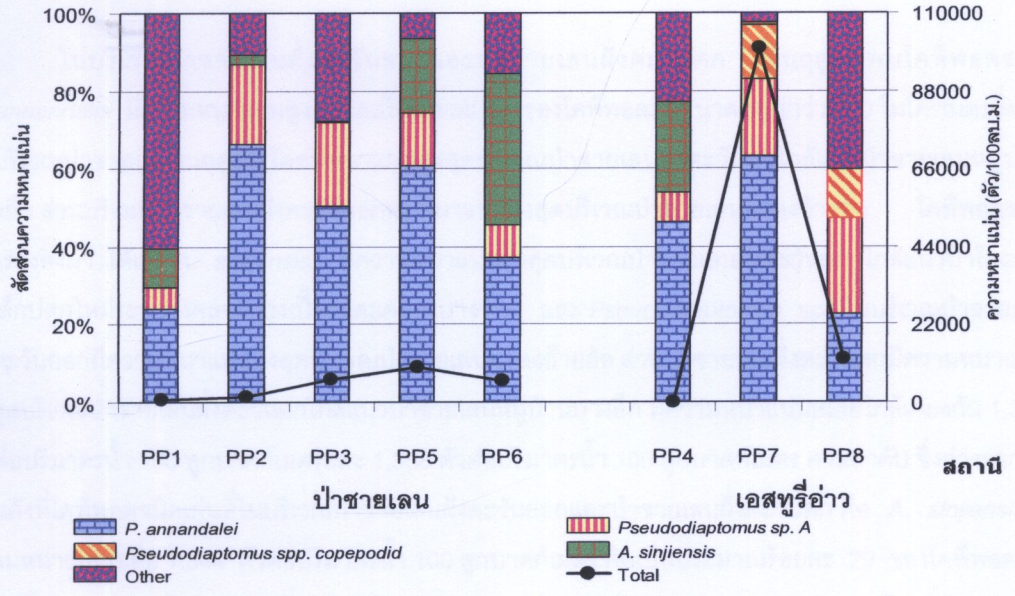
การศึกษาองค์ประกอบชนิดของโคพีพอดบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร ในฤดูฝน และฤดูแล้ง พบโคพีพอด 5 กลุ่มคือ calanoid copepods, cyclopoid copepods, poecilostomatoid copepods, hapacticoid copepods และ siphonostomatoid copepods เป็นโคพีพอดทั้งสิ้น 29 ชนิดจาก 16 ครอบครัว มี Calanoid copepods เป็นโคพีพอดกลุ่มเด่นมีความหลากชนิดและความหนาแน่นของโคพีพอดสูงสุด พบทั้งสิ้น 16 ชนิด จาก 6 ครอบครัว มีความหนาแน่นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2 ถึง 9,832 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร และ ช่วง 1 ถึง 3,860 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามลำดับ โคพีพอดกลุ่มที่มีความหลากชนิดรองลงมา คือ hapacticoid copepods พบ 5 ชนิดจาก 4 ครอบครัว มีความหนาแน่นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5 ถึง 16 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร ในฤดูฝน และ ช่วง 1 ถึง 7 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตรในฤดูแล้งโคพีพอดกลุ่มที่มีความหลากชนิดถัดมา คือ poecilostomatoid copepods พบ 4 ชนิด จาก 3 ครอบครัว โดย cyclopoid copepods พบ 3 ชนิด จาก 2 ครอบครัว ส่วนโคพีพอดกลุ่ม siphonostomatoid copepods มีความหลากชนิดน้อยสุด ซึ่งเป็นโคพีพอดที่ดำรงชีวิตแบบปรสิตพบ 1 ชนิด (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ความหลากชนิดของโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

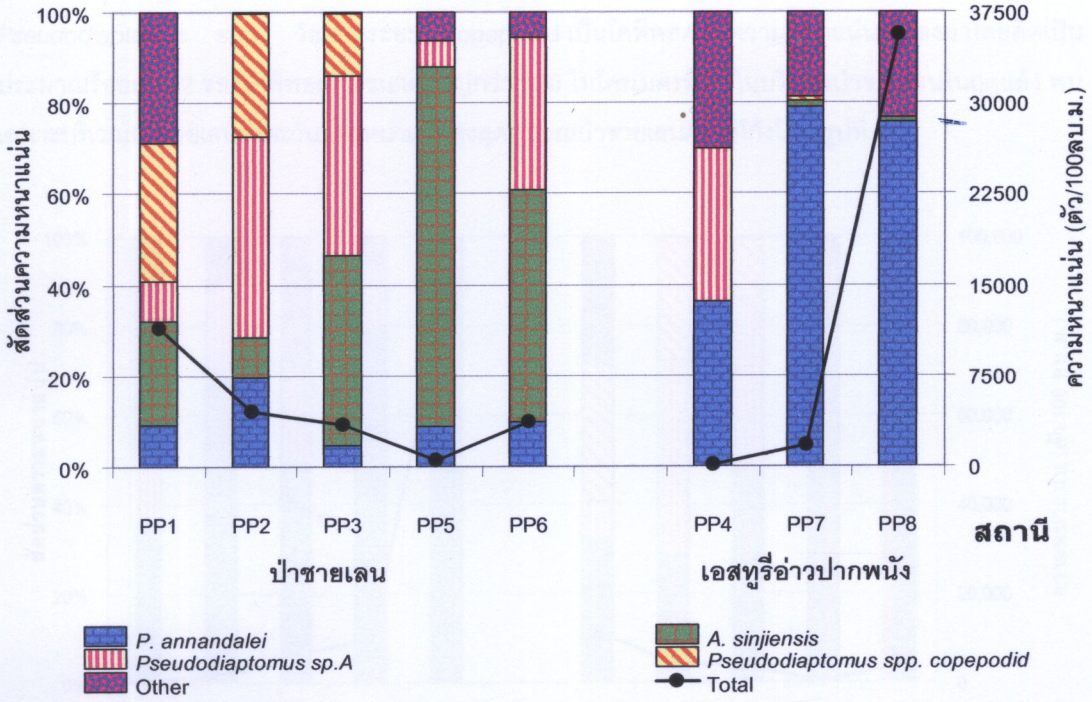
ลำดับ	ชนิด	สถานี							
		PP1	PP2	PP3	PP4	PP5	PP6	PP7	PP8
Calanoida	*Acartia pacifica*	✓				✓		✓	✓
	A. sinjiensis	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	A. plumosa	✓			✓	✓	✓	✓	
	A. erythraea	✓		✓			✓	✓	✓
	Acrocalanus gibber							✓	
	Pseudodiaptomus sp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Pseudodiaptomus spp. (copepodid)	✓	✓	✓				✓	✓
	P. bispinosus							✓	✓
	P. annandalei	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	P. cf. *trihamatus*							✓	
	Calanopia elliptica							✓	✓
	C. australica								✓
	Labidocera spp. (copepodid)							✓	
	L. minuta								✓
	Pontella sp. (copepodid)								✓
	Pontellopsis sp.								✓
	Subeucalanus subcrassus	✓						✓	✓
	Subeucalanus sp.(copepodid)								✓
	Centropages furcatus								✓
	Tortanus forcipatus							✓	✓
Cyclopoida	*Oithona* sp.A		✓		✓	✓			
	Oithona sp.B							✓	✓
	Mesocyclops sp.		✓					✓	✓
Poecilostomatoida	*Corycaeus* sp.							✓	✓
	Hemicyclops spp. (copepodid)		✓					✓	✓
	Hemicyclops sp.A	✓		✓		✓	✓		
	Hemicyclops sp.B	✓	✓			✓			
	Hemicyclops sp.C		✓		✓		✓	✓	✓
Harpacticoida	*Microsetella norvegica*		✓	✓				✓	✓
	M. rosea	✓	✓		✓			✓	✓
	Macrosetella gracilis							✓	
	Clytemnestra rostrata							✓	✓
	Euterpina acutifrons							✓	✓
Siphonostomatoida	*Caligus sp.*	✓	✓	✓	✓			✓	✓

ความหนาแน่นและการกระจายของโคพีพอดบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

โคพีพอดชนิดเด่นที่พบบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชมี 3 ชนิด ชนิดที่เป็นชนิดเด่นที่สุด คือ *Pseudodiaptomus annandalei* ซึ่งพบได้ทุกสถานีในทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง โคพีพอดชนิดเด่นรองลงมา ได้แก่ *Pseudodiaptomus* sp. และ *Acartia sinjiensis* โคพีพอดชนิดเด่นในฤดูฝนพบได้เสมอทั้งบริเวณป่าชายเลนและเอสทูรี่อ่าวปากพนัง คือ *P. annandalei* มีความหนาแน่นเฉลี่ย 9,832 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นประมาณร้อยละ 57 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรที่พบในฤดูฝน โคพีพอดชนิดเด่นรองลงมา คือ *Pseudodiaptomus* sp. ความหนาแน่นเฉลี่ย 3,311 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นประมาณร้อยละ 19 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรที่พบในฤดูฝน และ *Pseudodiaptomus* spp. ระยะ copepodid มีความหนาแน่นเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 11 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรที่พบในฤดูฝน (รูปที่ 14) ในฤดูแล้งพบ *P. annandalei* เป็นโคพีพอดชนิดเด่นซึ่งสามารถพบได้ทุกสถานีเช่นเดียวกัน โดยมีความหนาแน่นเฉลี่ย 3,860 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร โดยหรือประมาณร้อยละ 51 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรที่พบในฤดูแล้ง ส่วนโคพีพอดชนิดเด่นรองลงมา ได้แก่ *A. sinjiensis* โดยมีความหนาแน่นประมาณร้อยละ 12 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรที่พบในฤดูแล้งและ *Pseudodiaptomus* sp. มีสัดส่วนความหนาแน่นประมาณร้อยละ 12 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรที่พบในฤดูแล้ง (รูปที่ 15)



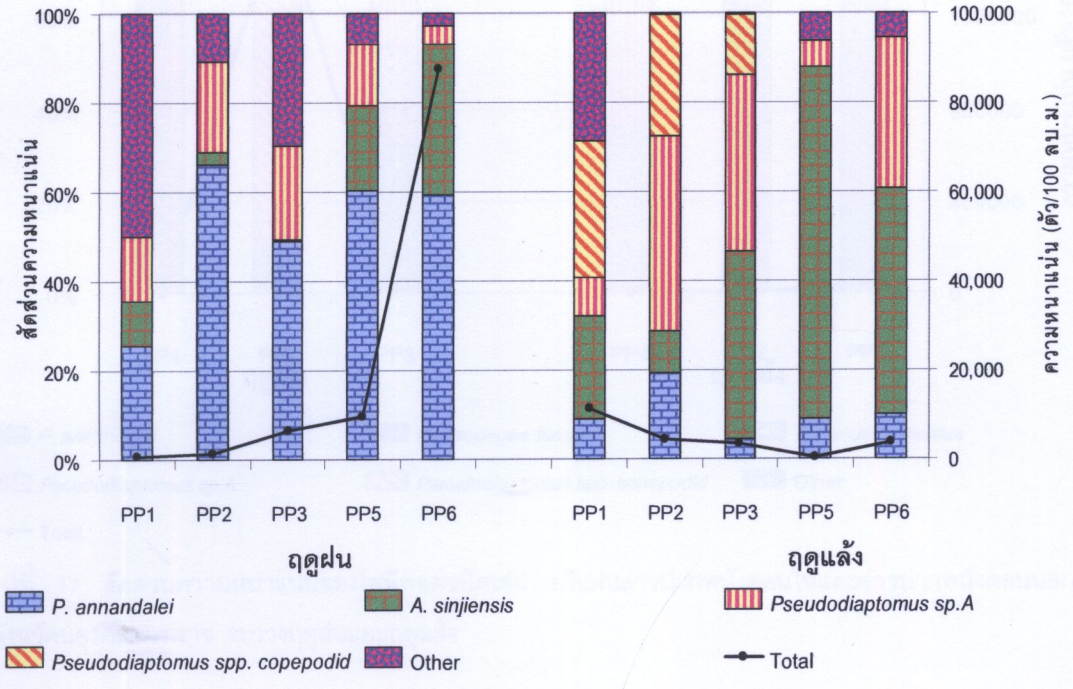
รูปที่ 14 สัดส่วนความหนาแน่นของโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร บริเวณป่าชายเลนและอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน



รูปที่ 15 สัดส่วนความหนาแน่นของโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร บริเวณป่าชายเลนและอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง

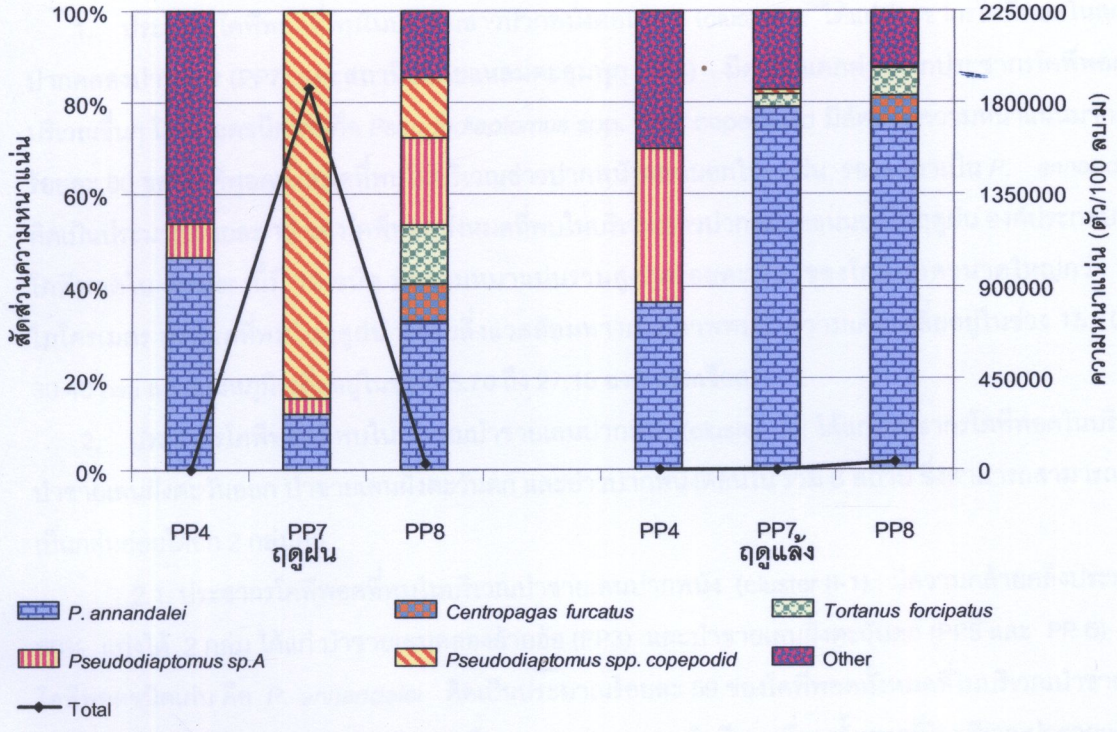
ในบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันออกและป่าชายเลนฝั่งตะวันตก ในฤดูฝนพบโคพีพอดชนิด *P. annandalei* มีความหนาแน่นสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 51 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรซึ่งพบในบริเวณป่าชายเลนในฤดูฝน โดยมีหนาแน่นสูงสุดบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึก ส่วนบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันออกพบหนาแน่นสูงสุดบริเวณป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อ โคพีพอดชนิดเด่นรองลงมา ได้แก่ *A. sinjiensis* มีความหนาแน่นสูงสุดบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก ใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กปลูกใหม่ระหว่างคลองบางเปี๊ยะและคลองบางจาก และ *Pseudodiaptomus* sp. ในบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันออกมีความหนาแน่นสูงสุดบริเวณป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อ ส่วนป่าชายเลนฝั่งตะวันตกมีความหนาแน่นสูงสุดบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึก มีความหนาแน่นเฉลี่ยใกล้เคียงกัน 1,376 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตรและ 1,358 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งต่างจากในฤดูแล้งที่โคพีพอดชนิดเด่นที่ในบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันออกและป่าชายเลนฝั่งตะวันตก คือ *A. sinjiensis* มีความหนาแน่นเฉลี่ย 1,344 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นประมาณร้อยละ 29 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรที่พบในบริเวณป่าชายเลนในฤดูแล้ง โดยพบหนาแน่นสูงสุดบริเวณป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง 2,603 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร และบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กปลูกใหม่ระหว่างคลองบางเปี๊ยะและคลองบางจาก ส่วน *Pseudodiaptomus* sp. เป็นโคพีพอดชนิดเด่นรองลงมา มีความหนาแน่นคิดเป็นร้อยละ 24 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรที่พบในบริเวณป่าชายเลนในฤดูแล้ง โดยพบหนาแน่นสูงสุดในบริเวณป่าลำพูธรรมชาติ และบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กปลูกใหม่ระหว่างคลองบางเปี๊ยะและคลองบางจาก และ

Pseudodiaptomus spp. วัยอ่อนระยะ copepodid เป็นโคพีพอดที่มีความหนาแน่นรองลงมาโดยคิดเป็นประมาณร้อยละ 22 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรที่พบในบริเวณป่าชายเลนในฤดูแล้ง พบเฉพาะบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันออกหนาแน่นสูงสุดบริเวณป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง (รูปที่ 16)



รูปที่ 16 สัดส่วนความหนาแน่นของโคพีพอดชนิดเด่น บริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันออกและป่าชายเลนฝั่งตะวันตก จังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง

ส่วนโคพีพอดชนิดเด่นที่พบบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนังในฤดูฝน คือ *P. annandalei* มีความหนาแน่นเฉลี่ย 2.2×10^4 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 59 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรที่พบในบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนังในฤดูฝน โดยมีความหนาแน่นสูงสุดบริเวณปากคลองปากนครเท่ากันเฉลี่ย 6.3×10^4 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร และโคพีพอดชนิดเด่นรองลงมา คือ *Pseudodiaptomus* sp. ซึ่งมีความหนาแน่นประมาณร้อยละ 20 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรที่พบในบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนังในฤดูฝน (รูปที่ 17) ในฤดูแล้งพบ *P. annandalei* เป็นโคพีพอดชนิดเด่นมีความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 2.7×10^4 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นค่าเฉลี่ยประมาณร้อยละ 73 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรที่พบในบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนังในฤดูแล้ง ส่วนโคพีพอดชนิดเด่นรองลงมา คือ *Tortanus forcipatus* คิดเป็นค่าเฉลี่ยประมาณร้อยละ 6 ของโคพีพอดที่มีขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรที่พบในบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนังในฤดูแล้ง มีความหนาแน่นสูงสุดบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกทั้งสองชนิด (รูปที่ 17)



รูปที่ 17 สัดส่วนความหนาแน่นของโคพีพอดชนิดเด่น บริเวณอ่าวปากพนังตอนในและอ่าวปากพนังตอนนอก จังหวัดนครศรีธรรมราช ระว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง

ความหลากชนิดของโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร ในบริเวณป่าชายเลนและเอสทูรี่อ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนังตอนนอก ได้แก่ บริเวณปากคลองปากนคร และปลายแหลมตะลุมพุก ซึ่งมีความหลากชนิดและความหนาแน่นของโคพีพอดสูงกว่าเอสทูรี่อ่าวปากพนังตอนในและบริเวณป่าชายเลนทั้งสองฤดู โดยในฤดูฝนป่าชายเลนคลองโก้งโค้งมีความหลากชนิดของโคพีพอดสูง แต่มีความหนาแน่นของโคพีพอดต่ำกว่าบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึก ซึ่งต่างจากในฤดูแล้งพบว่าป่าชายเลนคลองโก้งโค้งมีความหลากชนิดและความหนาแน่นของโคพีพอดสูงกว่าป่าชายเลนบริเวณอื่น ๆ ในเอสทูรี่อ่าวปากพนัง และในทั้งสองฤดูพบว่าบริเวณปากแม่น้ำปากพนังมีความหลากชนิดและความหนาแน่นต่ำที่สุด

<u>โครงสร้างประชากรของโคพีพอด</u>

ชุมชนโคพีพอดที่พบในบริเวณป่าชายเลนและอ่าวปากพนังจังหวัดนครศรีธรรมราช ในบริเวณด้านนอกของอ่าวปากพนังที่ติดกับทะเลอ่าวไทยคือ ที่ปากคลองปากนคร และแหลมตะลุมพุกมีองค์ประกอบระดับชนิดและความหนาแน่นของโคพีพอดแตกต่างจากบริเวณอื่นๆ ที่ศึกษา (รูปที่ 18 และ รูปที่ 19) ส่วนชุมชนโคพีพอดในบริเวณอื่นๆ นั้นสามารถจัดกลุ่มได้ดังนี้

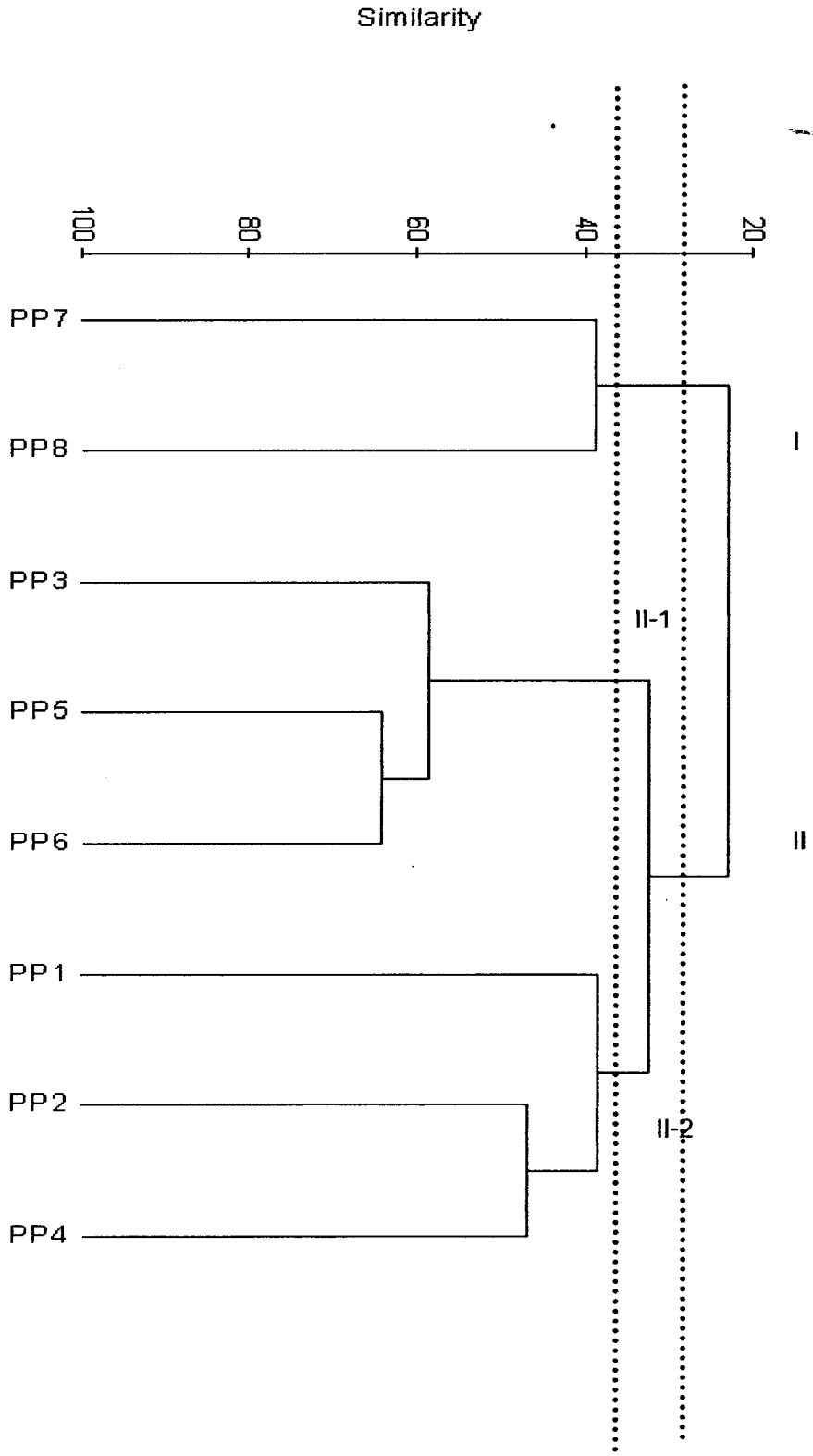
ประชากรโคพีพอดในช่วงฤดูฝน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. ประชากรโคพีพอดที่พบในบริเวณอ่าวปากพนังตอนนอก (cluster I): ได้แก่ประชากรโคพีพอดในสถานีปากคลองปากนคร (PP7) และสถานีปลายแหลมตะลุมพุก (PP8) · มีความแตกต่างจากประชากรโคพีพอดในบริเวณอื่นๆ โคพีพอดชนิดเด่นคือ *Pseudodiaptomus* spp. ระยะ copepodid มีสัดส่วนความหนาแน่นมากกว่าร้อยละ 80 ของโคพีพอดทั้งหมดที่พบในบริเวณอ่าวปากพนังตอนนอกในฤดูฝน รองลงมาเป็น *P. annandalei* คิดเป็นประมาณร้อยละ 12 ของโคพีพอดทั้งหมดที่พบในบริเวณอ่าวปากพนังตอนนอกในฤดูฝน องค์ประกอบของโคพีพอดใน cluster นี้มี 19 ชนิด มีความหนาแน่นรวมสูงสุดร้อยละ 79 ของโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร ทั้งหมดที่พบในฤดูฝน ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพพบว่าความเค็มเฉลี่ยอยู่ในช่วง 15.70 ถึง 30.40 psu และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.70 ถึง 27.15 องศาเซลเซียส

2. ประชากรโคพีพอดที่พบในบริเวณป่าชายเลนปากพนัง (cluster II): ได้แก่ประชากรโคพีพอดในบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันออก ป่าชายเลนฝั่งตะวันตก และอ่าวปากพนังตอนใน รวม 6 สถานี ซึ่งสามารถสามารถแยกเป็นกลุ่มย่อยได้อีก 2 กลุ่มคือ

2.1. ประชากรโคพีพอดที่พบในบริเวณป่าชายเลนปากพนัง (cluster II-1) : มีความคล้ายคลึงประมาณ 60% แบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ ป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อ (PP3) และป่าชายเลนฝั่งตะวันตก (PP5 และ PP 6) พบโคพีพอดชนิดเด่น คือ *P. annandalei* คิดเป็นประมาณร้อยละ 59 ของโคพีพอดทั้งหมดที่ในบริเวณป่าชายเลนในฤดูฝน ส่วนโคพีพอดชนิดเด่นรองลงมา คือ *A. sinjiensis* ของโคพีพอดที่พบทั้งหมดที่ในบริเวณป่าชายเลนในฤดูฝน และมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ คือ ความเค็มเฉลี่ยแปรผันอยู่ในช่วง 5.80 ถึง 18.05 psu ออกซิเจนละลายแปรผันในช่วง 1.46 ถึง 5.45 มิลลิกรัมต่อลิตร และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.00 ถึง 26.60 องศาเซลเซียส

2.2 ประชากรโคพีพอดที่พบในบริเวณอ่าวปากพนังตอนใน (cluster II-2): ที่ระดับความคล้ายคลึง 40% สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่ม 1 คือ ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง และกลุ่มที่ 2 ได้แก่ ป่าลำพู (PP2) และบริเวณอ่าวปากพนังตอนในปากแม่น้ำปากพนัง (PP4) ใกล้บริเวณท่าเทียบเรือประมงจังหวัดนครศรีธรรมราช โคพีพอดชนิดเด่น คือ *P. annandalei* คิดเป็นประมาณร้อยละ 49 ของโคพีพอดทั้งหมดที่พบในบริเวณป่าชายเลน (cluster II-2) ในฤดูฝน ส่วนโคพีพอดชนิดเด่นรองลงมา คือ *Pseudodiaptomus* sp. และ *A. sinjiensis* คิดเป็นประมาณร้อยละ 16 และประมาณร้อยละ 15 ของโคพีพอดทั้งหมดที่พบในบริเวณป่าชายเลน (cluster II-2) ในฤดูฝนตามลำดับ เป็นบริเวณที่มีความเค็มเฉลี่ยแปรผันอยู่ในช่วง 7.60 ถึง 17.33 psu ออกซิเจนละลายแปรผันในช่วง 1.60 ถึง 3.43 มิลลิกรัมต่อลิตร และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.30 ถึง 27.47 องศาเซลเซียส



รูปที่ 18 Dendrogram แสดงความคล้ายคลึงของชุมชนโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรในสถานีต่างๆ ในฤดูฝน

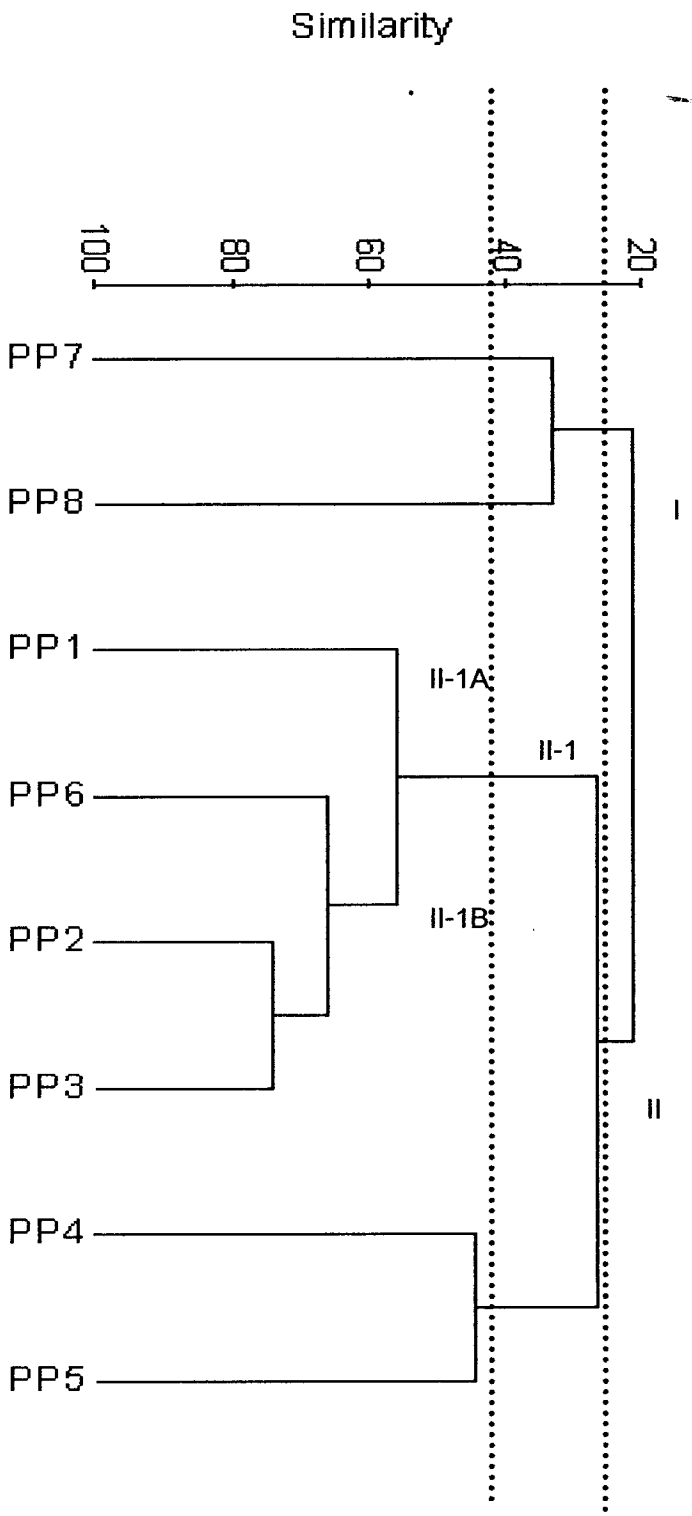
โครงสร้างประชากรโคพีพอดในฤดูแล้ง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. ประชากรโคพีพอดที่พบในบริเวรอ่าวปากพนังตอนนอก (cluster I): ได้แก่ประชากรโคพีพอดในบริเวณปากคลองปากนคร และบริเวณปลายแหลมตะลุมพุก โคพีพอดชนิดเด่น คือ *P. annandalei* มีสัดส่วนความหนาแน่นมากกว่าร้อยละ 76 ของโคพีพอดทั้งหมดที่พบในบริเวณอ่าวปากพนังตอนนอกในฤดูแล้งองค์ประกอบของโคพีพอดใน cluster นี้มี 23 ชนิด ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพพบว่า ความเค็มเฉลี่ยอยู่ในช่วง 14.50 ถึง 30.43 psu ออกซิเจนละลายเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.77 ถึง 5.36 มิลลิกรัมต่อลิตร และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 29.00 ถึง 30.40 องศาเซลเซียส

2. ประชากรโคพีพอดที่พบในบริเวณป่าชายเลนปากพนัง (cluster II): ได้แก่ประชากรโคพีพอดในบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันออก ป่าชายเลนฝั่งตะวันตก และอ่าวปากพนังตอนในรวม 6 สถานี พบองค์ประกอบชนิดของโคพีพอด 15 ชนิด พบโคพีพอดชนิดเด่น คือ *A. sinjiensis* คิดเป็นประมาณร้อยละ 28.65 ของโคพีพอดทั้งหมดที่พบในบริเวณป่าชายเลนในฤดูแล้ง ส่วนโคพีพอดชนิดเด่นรองลงมา คือ *Pseudodiaptomus* sp. และ *Pseudodiaptomus* spp. วัยอ่อนระยะ copepodid คิดเป็นประมาณร้อยละ 24 และ 22 ของโคพีพอดทั้งหมดที่พบในบริเวณป่าชายเลนในฤดูแล้ง ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพพบว่า ความเค็มเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.00 ถึง 12.00 psu อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.90 ถึง 30.18 องศาเซลเซียส และออกซิเจนละลายเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.90 ถึง 5.73 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.1 ประชากรโคพีพอดที่พบในบริเวณป่าชายเลนปากพนัง (cluster II-1): ที่ระดับความคล้ายคลึง 60% สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ cluster II-1A มีเพียงหนึ่งสถานี คือ ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง และ cluster II-1B ได้แก่ ป่าชายเลนฝั่งตะวันตก ใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กอยู่ระหว่างคลองบางเปี๊ยะและคลองบางจาก ป่าลำพู และป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อ พบโคพีพอดชนิดเด่น คือ *Pseudodiaptomus* sp. A และ *A. sinjiensis* คิดเป็นร้อยละ 39 และ 32 ของโคพีพอดทั้งหมดที่พบในบริเวณป่าชายเลน (cluster II-1) ในฤดูแล้งส่วนโคพีพอด ชนิดเด่นรองลงมาคือ *Pseudodiaptomus* spp. ระยะ copepodid ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพพบว่า ความเค็มเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.45 ถึง 12.00 psu อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.90 ถึง 29.96 องศาเซลเซียส และออกซิเจนละลายเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.90 ถึง 5.73 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2 ประชากรโคพีพอดที่พบในบริเวณฝั่งตะวันตกของอ่าวปากพนัง (cluster II-2) : ได้แก่ประชากรโคพีพอดในบริเวณอ่าวปากพนังตอนในใกล้บริเวณท่าเทียบเรือประมงจังหวัดนครศรีธรรมราช กับบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึก สำหรับโคพีพอดชนิดเด่น คือ *A. sinjiensis* คิดเป็นประมาณร้อยละ 64 ของโคพีพอดทั้งหมดที่พบในบริเวณป่าชายเลน (cluster II-2) ในฤดูแล้ง ส่วนโคพีพอดชนิดเด่นรองลงมา คือ *Pseudodiaptomus* sp. และ *P. annandalei* คิดเป็นประมาณร้อยละ 14 และประมาณร้อยละ 12 ของโคพีพอดทั้งหมดที่พบในบริเวณป่าชายเลน (cluster II-2) ในฤดูแล้งตามลำดับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 30.00 ถึง 30.18 องศาเซลเซียสความเค็มเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.90 ถึง 11.48 psu และออกซิเจนละลายเฉลี่ยอยู่ในช่วงต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 19 Dendrogram แสดงความคล้ายคลึงของชุมชนโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรในสถานีต่างๆ ในฤดูแล้ง

3.ชนิดและปริมาณอาหารในทางเดินอาหารและกระเพาะอาหารของโคพีพอดชนิดเด่น

ก) กลุ่มโคพีพอดที่มีการกินอาหารแบบต่างๆ

โคพีพอดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ถาวรกลุ่มเด่นในบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำแนกได้ 5 อันดับ คือ calanoid copepods, cyclopoid copepods, poecilostomatoid copepods, hapacticoid copepods และ siphonostomatoid copepods ซึ่งโคพีพอดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีบทบาทสำคัญในสายใยอาหาร เนื่องจากรูปแบบในการกินและสามารถกินอาหารได้หลากหลายชนิด ส่วนใหญ่ calanoid copepods กินอาหารแบบกรองกิน ซึ่งสามารถเลือกขนาดของอาหารและชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์โดยอาศัย setae บน maxilla โดย calanoid copepods อาจมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของรยางค์ในการกินอาหาร เช่น maxilliped เพื่อจับอาหาร โคพีพอดในกลุ่ม cyclopoid copepods และ poecilostomatoid copepods ซึ่งมีพฤติกรรมในการล่าเหยื่อ มีการพัฒนาของ setae บนรยางค์ในการกินอาหาร และ มีการเปลี่ยนแปลงส่วนของปากเพื่อการจับและการบดเคี้ยว บางชนิดเป็นโคพีพอดกลุ่มกินพืช กินทั้งพืชและสัตว์ และกินเศษซาก และ hapacticoid copepods เป็นโคพีพอดที่อาศัย หน้าดิน มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของปากเพื่อเลือกสารอาหารจากเศษซาก จึงสามารถจำแนกโคพีพอดได้หลาย trophic level โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มตามประเภทอาหารที่กิน ซึ่งจำแนกกลุ่มโคพีพอดที่พบในอ่าวปากพนังยังมี Suwanrumpha (1980b) และ Jitchum and Wongrat (2009) ได้แบ่งไว้ตามประเภทอาหารได้ 5 กลุ่ม ได้แก่ herbivorous copepods, carnivorous copepods, omnivorous copepods, detritivorous copepods และ parasitic copepods และสามารถจำแนกโคพีพอดที่พบในบริเวณอ่าวปากพนังทั้งหมด 29 ชนิดตามประเภทอาหารได้ 5 กลุ่ม

ตารางที่ 6 กลุ่มโคพีพอดจำแนกตามการกินอาหาร (ยึดตาม Suwanrumpha, 1980b; Jitchum and Wongrat, 2009)

Feeding behaviour	Species
Herbivorous copepods	*Acartia sinjiensis*[1], *A. pacifica*, *A. plumosa*, *A. erythraea*, *Acrocalanus gibber*, *Pseudodiaptomus* sp.[2], *P. bispinosus*, *P. annandalei*[2], *P.* cf. *trihamatus*, *Subeucalanus subcrassus*
Carnivorous copepods	*Labidocera minuta*, *Tortanus forcipatus*, *Corycaeus* sp., *Hemicyclops* sp.A, *Hemicyclops* sp.B, *Hemicyclops* sp.C, *Oithona* sp.A, *Oithona* sp.B, *Mesocyclops* sp.
Omnivorous copepods	*Pontellopsis* sp., *Calanopia elliptica*, *C. australica*, *Centropagas furcatus*
Detritivorous copepods	*Microsetella norvegica*, *M. rosea*, *Euterpina acutifrons*, *Clytemnestra rostrata*
Parasitic copepods	*Caligus sp.*

หมายเหตุ 1. ใน Suwanrumpha (1980b) และ Jitchum and Wongrat (2009) จัดเป็น Omnivorous copepods

2. ใน Suwanrumpha (1980b) และ Jitchum and Wongrat (2009) จัดเป็น Carnivorous copepods

ลักษณะสัณฐานของโคพีพอดที่พบในอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำแนกตามลักษณะการกินอาหาร ได้ดังต่อไปนี้

โคพีพอดชนิดเด่นในบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช 3 ชนิด คือ *Pseudodiaptomus annandalei, Pseudodiaptomus* sp. และ *Acartia sinjiensis* จัดเป็น โคพีพอดกลุ่มกินแพลงก์ตอนพืช

1. Herbivorous copepods เป็นโคพีพอดกลุ่มกินแพลงก์ตอนพืช โดยการกรองอาหารในมวลน้ำด้วยรยางค์ในการกินอาหาร ประกอบด้วย antennae, mandible, maxillules, maxilla และ maxilliped ซึ่ง setae บนรยางค์มี plumose setae เพื่อกรองอาหาร จากการจำแนกกลุ่มประชากรโคพีพอดชนิดอื่นๆ ในบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โคพีพอดกลุ่มกินแพลงก์ตอนพืช รวม 10 ชนิด คือ *Acartia sinjiensis*[1], *A. pacifica, A. plumosa, A. erythraea, Acrocalanus gibber, Pseudodiaptomus* sp.[2], *P. bispinosus, P. annandalei*[2], *P.* cf. *trihamatus, Subeucalanus subcrassus* (ตารางที่ 6) โดยมีรายละเอียดลักษณะของแต่ละชนิดที่พบดังต่อไปนี้

Genus *Acartia* Dana, 1846

สัณฐานวิทยาของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอด Genus *Acartia* Dana, 1846

ลักษณะสำคัญ: Antennule มีจำนวน 18-19 ปล้อง โดย antennule ด้านขวาในเพศผู้มีลักษณะเรียวบางและเปลี่ยนแปลงไปไม่สมมาตร โดยบางชนิดปล้องกลางโป่งออก ส่วนของรยางค์คล้ายคลึงกันระหว่างเพศเมียและเพศผู้ ส่วนของ antennae มีลักษณะซับซ้อนและมี setae ละเอียด บางชนิด endopodite สั้นแต่บางชนิด endopodite ยาว และ exopodite มีขนาดเล็ก maxilla มีการลดรูปของ endopod, exopod และ จำนวนของ setae ลดลงส่วนด้านในของปล้องที่ 1 ส่วน maxilla มีลักษณะแข็งแรงและ setae ยาวเต็มไปด้วยหนาม (Mulyadi, 2004)

Acartia sinjiensis Mori, 1940 (รูปที่ 20)

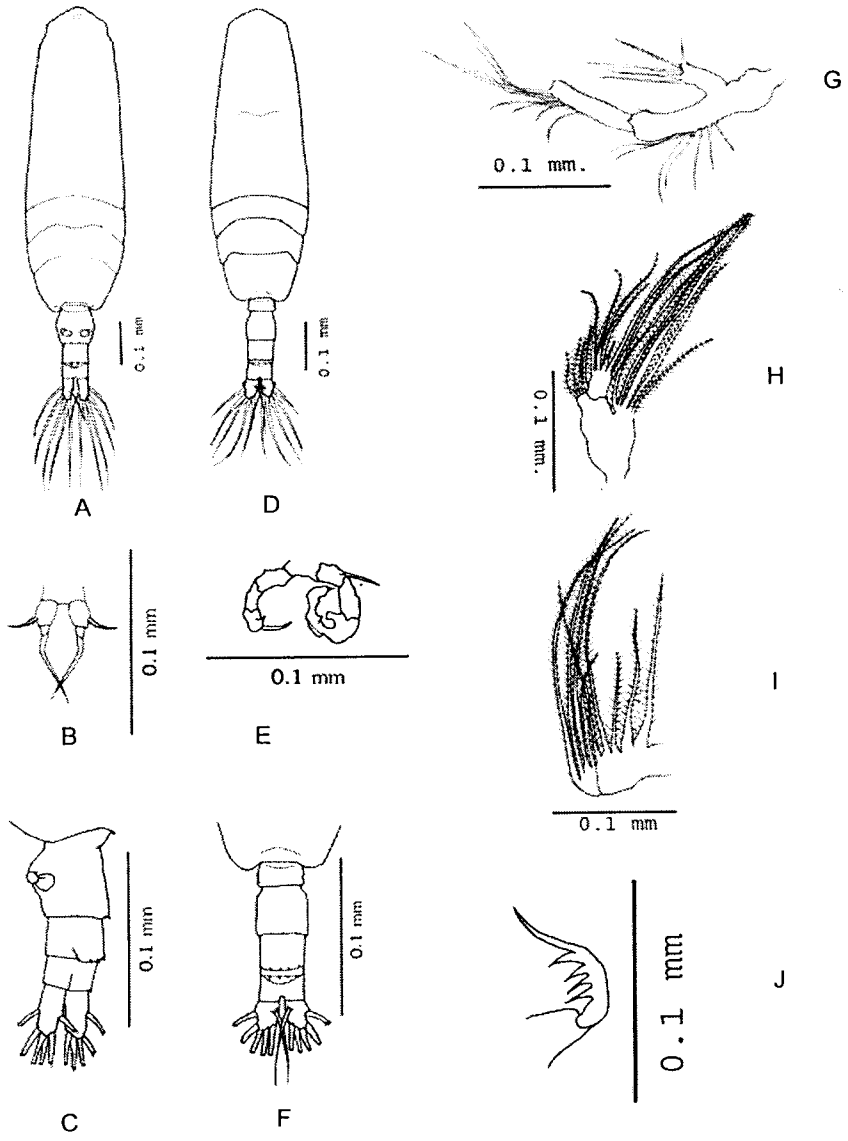
Acartia sinjiensis: Mulyadi, 2004, p.147, fig. 84

เพศเมีย: prosome มีรูปร่างเรียวคล้ายกระสวย ส่วนของ cephlosome มีลักษณะคล้ายเลนส์ 1 อัน ตรงกลาง ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีขอบมนและมีหนามขนาดเล็กตรงด้าน dosal 1 คู่ ส่วนของ urosome มี 3 ปล้อง โดย 1st urosome ยาวที่สุด ที่ posterodorsal ends ของ 1st urosome มีหนามขนาดเล็กจำนวน 4 อัน 2nd urosome มีหนาม 1 คู่ อยู่ที่ posterodorsal ends มีขนาดใหญ่กว่าหนามอีก 3 คู่ และ 5th leg สมมาตรกันทั้ง 2 ข้าง

เพศผู้: prosome มีรูปร่างเรียว ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีขอบมนและด้าน dosal ของ 5th metasome ไม่มีหนาม urosome มี 4 ปล้อง posterodorsal ends ของ 2nd 3rd และ 4th urosome มีหนามขนาดเล็ก4-5 อัน และ posterodorsal ends มีหนามขนาดเล็ก 1 คู่ และ ขอบด้านล่างของ 3rd urosome มีหนามขนาดใหญ่กว่าหนาม posterodorsal ends ของ 4th urosome ซึ่งมีหนามขนาดเล็ก 1 คู่ ส่วน 5th leg ไม่สมมาตรกัน

ขาขวาปล้องที่ 1 มีหนามแข็งและยาว ปล้องที่ 2 เรียบไม่มีหนาม ส่วนปล้องที่ 3 ขอบด้านในมีมีติ่งยื่นส่วนปลายมีหนาม ขาซ้าย มี 3 ปล้อง ปล้องที่ 3 ด้านใน มีลักษณะคล้ายหนามขอบด้านในหยักเป็นฟันเลื่อย ส่วนปลายมีหนาม

การกระจาย: พบครั้งแรกในทะเลสาบนากะยูมิ ประเทศญี่ปุ่น แม่น้ำบริสเบน ประเทศออสเตรเลีย และ Cilacap bay ประเทศอินโดนีเซีย ในอ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง ป่าลำพู ป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อ ป่าชายฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึก ป่าชายฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กอยู่ระหว่างคลองบางเปี้ยะและคลองบางจาก บริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากแม่น้ำปากพนัง ปากคลองปากนคร และปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 20 *Acartia sinjiensis* Mori, 1940 เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; B, ขาคู่ที่5; C, urosome; เพศผู้: D, ลักษณะลำตัว; E, ขาคู่ที่5; F, urosome; G, antennae; H, mandible; I, maxilla, J, maxillipe

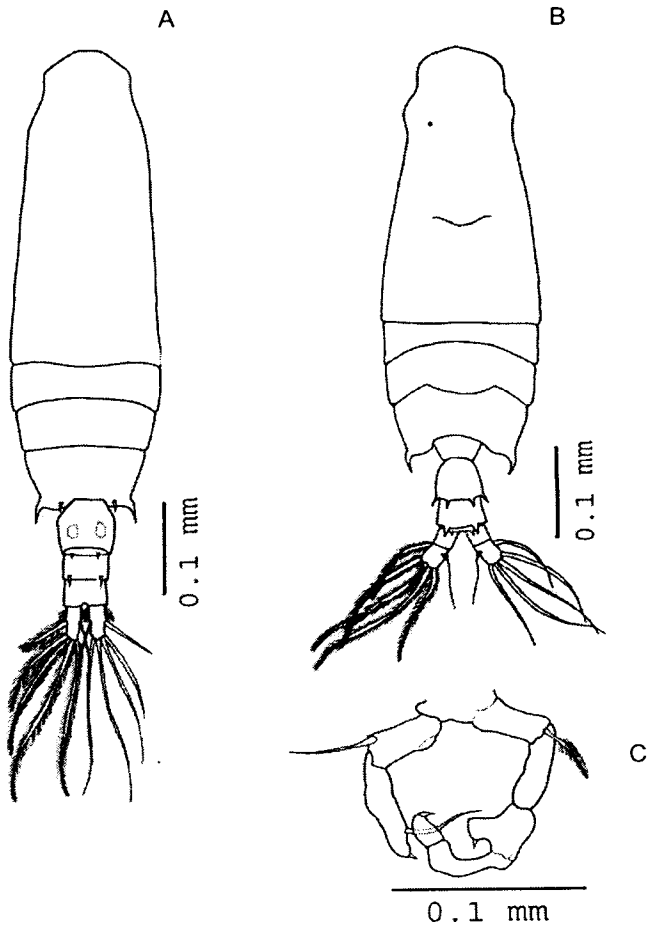
Acartia pacifica Steuer, 1915 (รูปที่ 21)

Acartia pacifica: Tanaka, 1964, p. 58, fig. 247; Bradford, 1999, p. 227, fig. 168; Pinkaew, 2003, p.58, fig. 4; Mulyadi, 2004, p.146, fig. 83; พรเทพ พรรณรักษ์, 2547, p.100, fig. 58; ณัฐวดี ภูคำ, 2551, p.58, fig. 16.

เพศเมีย: prosome มีรูปร่างเรียวคล้ายกระสวย ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะขอบแหลมคล้ายหนามขนาดใหญ่ยาวประมาณครึ่งหนึ่งของ 1st urosome และด้านdosalมีหนามขนาดเล็ก ของ 5th metasome 1 คู่ 2nd antennule เรียบไม่มีหนามและความยาวของ antennule ยาวถึงส่วนปลายของ 2nd urosome ส่วนของ urosome มี 3 ปล้อง โดย 1st urosome ยาวที่สุด 1st urosome และ 2nd urosome มีหนามปล้องละ 1 คู่ ที่ posterodorsal ends มีหนาม1st urosome มีขนาดเล็กกว่าหนาม 2nd urosome และ 5th leg สมมาตรกันทั้ง 2 ข้าง

เพศผู้: prosome มีรูปร่างเรียว ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะขอบแหลมคล้ายหนามและด้าน dosal ของ 5th metasome มีหนามขนาดเล็ก1 คู่ ส่วน 2nd urosome ขอบด้านข้างยื่นออกมามีลักษณะคล้ายหนามขนาดเล็กข้างละ 1 อัน และด้าน posterodorsal ends มีหนามขนาดเล็ก 1 คู่ และ posterodorsal ends ของ 3rd urosome มีหนามขนาดใหญ่กว่าหนามบนด้านdorsal ของ 4th urosome ซึ่งมีหนามขนาดเล็ก 1 คู่ ส่วน 5th leg ไม่สมมาตรกัน

การกระจาย: *A. pacifica* เป็นโคพีพอดกลุ่ม epipelagic species ซึ่งสามารถพบได้ตั้งแต่ ญี่ปุ่น เขตอินโด-แปซิฟิก และบริเวณ Great Barrier Reef ในน่านน้ำไทยพบได้ตั้งแต่บริเวณชายฝั่งอันดามัน จังหวัดระนองถึงจังหวัดสตูล หมู่เกาะช้าง-พยาม จังหวัดระนอง หมู่เกาะสิมิลัน เกาะยาวน้อย เกาะยาวใหญ่ จังหวัดพังงา ทิศเหนือเกาะยูง หมู่เกาะอาดัง-ราวี จังหวัดสตูล และฝั่งอ่าวไทย ในอ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง ป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึก บริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร และปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 21 *Acartia pacifica* Steuer, 1915 เพศเมีย : A, ลักษณะลำตัว; เพศผู้: B,ลักษณะลำตัว; C, ขาคู่ที่5

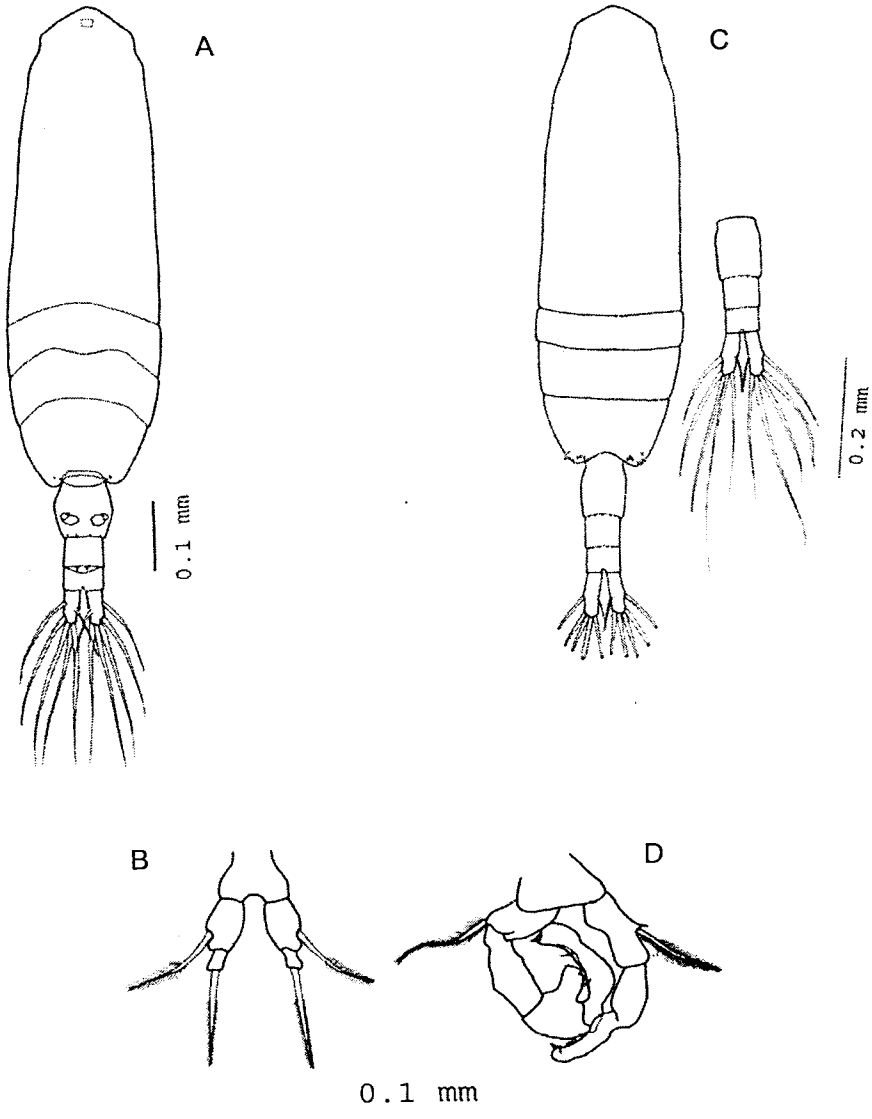
Acartia plumosa Scott, 1894 (รูปที่ 22)

Acartia plumose: Pinkaew, 2003, p. 39, fig. 3

เพศเมีย: prosome มีรูปร่างเรียวคล้ายกระสวย ส่วนของ cephlosome ส่วนใหญ่เป็นรูปสามเหลี่ยม ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีกลุ่มหนามขนาดเล็กข้างละ 7 อันด้านdosal ของ 5th metasome ส่วนของ urosome ไม่มี caudal rami มี 3 ปล้อง โดย 1st urosome ยาวที่สุด posterodorsal ends ของ 1st และ 2nd urosome มีหนามขนาดเล็ก 5-6 อันและ 5th leg สมมาตรกันทั้ง 2 ข้าง

เพศผู้: prosome มีรูปร่างเรียว ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome ลักษณะขอบมีกลุ่มหนามขนาดเล็กข้างละ 5-6 อันอยู่ด้านdosalของ 5th metasome ส่วนของ urosome มี caudal rami สั้นมาก posterolateral ends ของ 2nd urosome มีหนามขนาดใหญ่กว่าหนามที่ posterodorsal ends ของ 3rd urosome เรียงโดยรอบ ส่วน 5th leg ไม่สมมาตรกัน

การกระจาย: พบบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา, ปากแม่น้ำบางประกง ในบริเวณอ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง บริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กระหว่างคลองบางเปี้ยะและคลองบางจาก บริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากแม่น้ำปากพนัง ปากคลองปากนคร



รูปที่ 22 *Acartia plumosa* Scott 1894 เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; B, ขาคู่ที่5; เพศผู้: C, ลักษณะลำตัว; D, ขาคู่ที่5

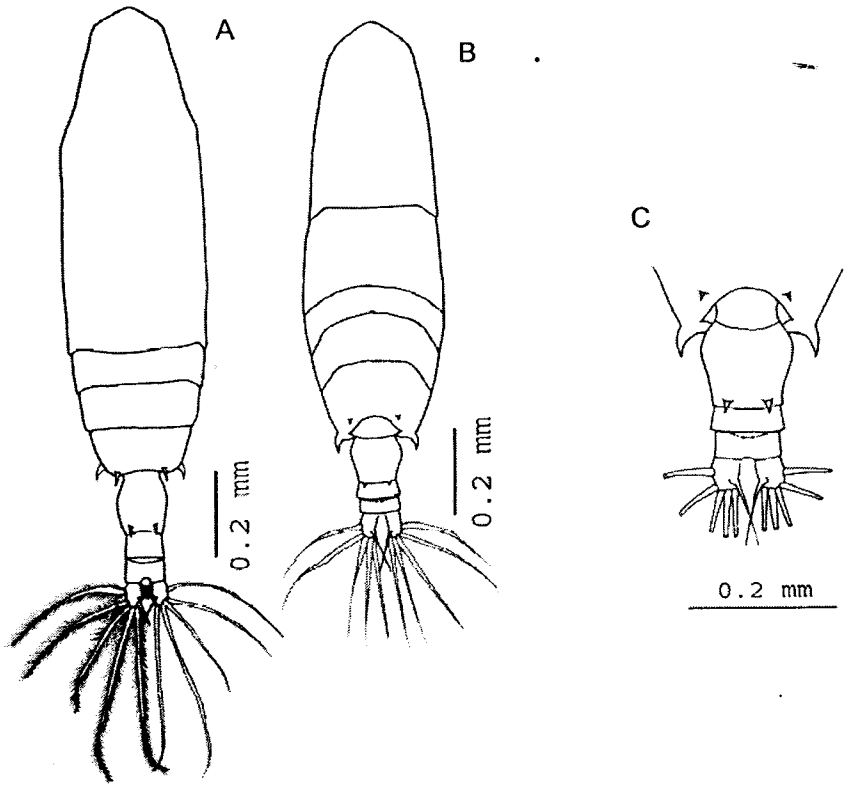
Acartia erythraea Giebrecht, 1889 (รูปที่ 23)

Acartia erythraea: Suwanrumpha, 1987, p.124, fig. 68; Pinkaew, 2003; p. 60-61, fig. 6; Mulyadi, 2004, p.143, fig. 81; พรเทพ พรรณรักษ์, 2547, p. 99, fig. 57; Conway *et al.*, 2003, p. 101; ณัฐวดี ภูคำ, 2551, p. 56, fig. 14.

เพศเมีย: prosome มีรูปร่างเรียว ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะขอบแหลมคล้ายหนาม ขนาดใหญ่ด้านข้าง และมีหนามขนาดเล็กด้าน dosal ของ 5th metasome 1 คู่ urosome มี 3 ปล้อง 1st urosome ยาวกว่า2nd urosome ส่วน posterodorsal ends ของ1st urosome มีหนามขนาดใหญ่ 1 คู่ 2nd urosome มีหนามขนาดเล็ก 2 คู่ 5th leg สมมาตรกันทั้ง 2 ข้าง antennule ปล้องแรกมีหนามขนาดใหญ่ 2 อันทางด้านหน้า ปล้องที่ 2 มีหนามขนาดเล็ก ปล้องที่ 3 มีหนามขนาดเล็ก 3 อัน

เพศผู้: prosome มีรูปร่างเรียว ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะขอบแหลมคล้ายหนาม ขนาดใหญ่ด้านข้าง และมีหนามขนาดเล็กด้าน dosal ของ 5th metasome 1 คู่ urosome มี 4 ปล้อง 1st urosome สั้น และมีกลุ่มขนเส้นเล็กและสั้นด้านข้าง 2nd urosome มีกลุ่มขนเส้นเล็ก ๆ ด้านข้าง และมีหนาม 2 คู่ บริเวณด้านหลัง 1 คู่ มีขนาดใหญ่กว่าและด้านข้าง 1 คู่ 3rd urosome และ 4th urosome ที่ posterodorsal ends มีหนามขนาดเล็ก 1 ถึง 2 คู่ 5th leg ไม่สมมาตรกัน ขาด้านขวาส่วนฐานมีลักษณะโค้งนูนออกมา และปล้องที่ 1 มีหนาม 2 อัน บริเวณส่วนปลายและมีขนเล็ก ๆ ด้านใน

การกระจาย: สามารถพบได้ทั่วไป เช่น บริเวณมหาสมุทรอินเดีย หมู่เกาะมัลดีฟและแลกคาดีฟ ทะเลแดง ทะเลอาระเบีย ชายฝั่งอินโดนีเซีย ชายฝั่งพม่า ในประเทศไทยชายฝั่งทะเลอันดามันตั้งแต่งจังหวัดระนองถึงจังหวัดสตูล หมู่เกาะช้าง-พยาม จังหวัดระนอง เกาะยาวน้อย เกาะยาวใหญ่ จังหวัดพังงา หมู่เกาะพีพี จังหวัดกระบี่ ปากแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งศรีราชา จังหวัดชลบุรี ในบริเวณอ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง ป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อ บริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กระหว่างคลองบางเปี๊ยะและคลองบางจาก บริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร และปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 23 *Acartia erythraea* Giebrecht, 1889 เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; เพศผู้: B,ลักษณะลำตัว ; C, Urosome

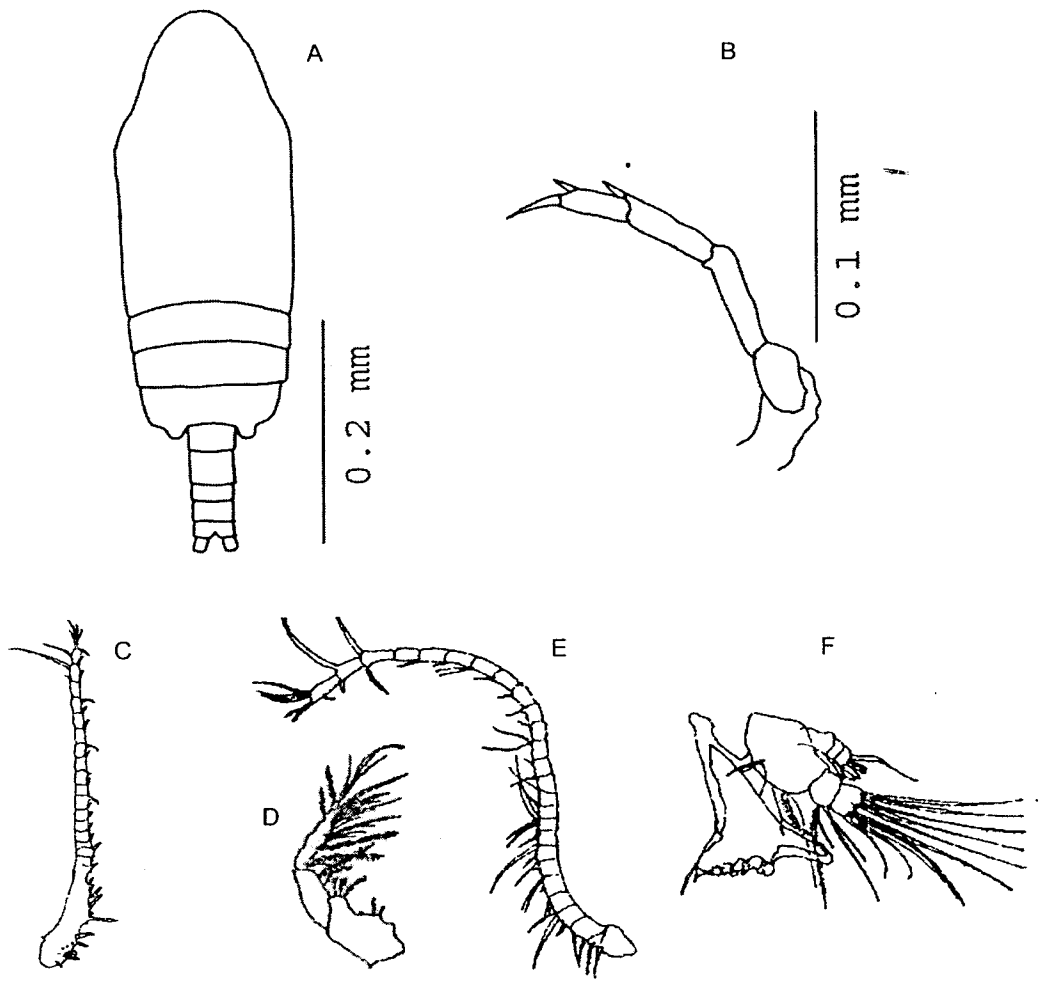
Acrocalanus gibber Giebrecht (1888) (รูปที่ 24)

Acrocalanus gibber: Suwanrumpha, 1987, p.130, fig. 74; Pinkaew, 2003, p. 71, fig. 15; Mulyadi, 2004, p.167, fig 92; พรเทพ พรรณรักษ์, 2547, p. 103, fig. 62; ณัฐวดี ภูคำ, 2551, p.116, fig. 72.

เพศเมีย: ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้

เพศผู้: prosome มีรูปร่างคล้ายไข่ ส่วน cephalosome โค้งมน ความยาวของ antennule ยาวกว่า caudal ramius ประมาณ 3 ปล้อง ส่วน cephalosome กับ 1 st metasome เชื่อมติดกัน และ4th และ 5 th metasome เชื่อมติดกัน ส่วน urosome มี 5 ปล้อง ส่วนของ 5th leg ไม่สมมาตร ขาซ้ายมี 5 ปล้องเป็นแบบ uniramus ส่วนขาขวาลดรูปไป

การกระจาย: พบได้ในเขตมหาสมุทรอินเดีย ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ มหาสมุทรแปซิฟิก เขตอินโด-แปซิฟิก ในน่านน้ำไทยพบบริเวณชายฝั่งจังหวัดตรัง ในอ่าวปากพนังพบบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร



รูปที่ 24 *Acrocalanus gibber* Giebrecht, (1888) เพศผู้, A, ลักษณะลำตัว; B , ขาคู่ที่5; C, antennule : เพศเมีย ; D, maxilliped ; E,antennule; F,mandible (รูป C-F ที่มา; Suwanrumpha, 1987)

Genus *Pseudodiaptomus* Herrick, 1884

<u>สัณฐานวิทยาของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอด Genus *Pseudodiaptomus* Herrick, 1884</u>

ลักษณะสำคัญ: antennae ประกอบด้วย endopodite จำนวน 2 ปล้อง ส่วน expodite มีหลายปล้องและยาว mandible ประกอบด้วย endopodite จำนวน 2 ปล้อง ส่วน expodite ปล้องมีลักษณะสั้น มี 4 ปล้อง ส่วน setae บน maxilla maxilla และ maxilliped มี plumose setae

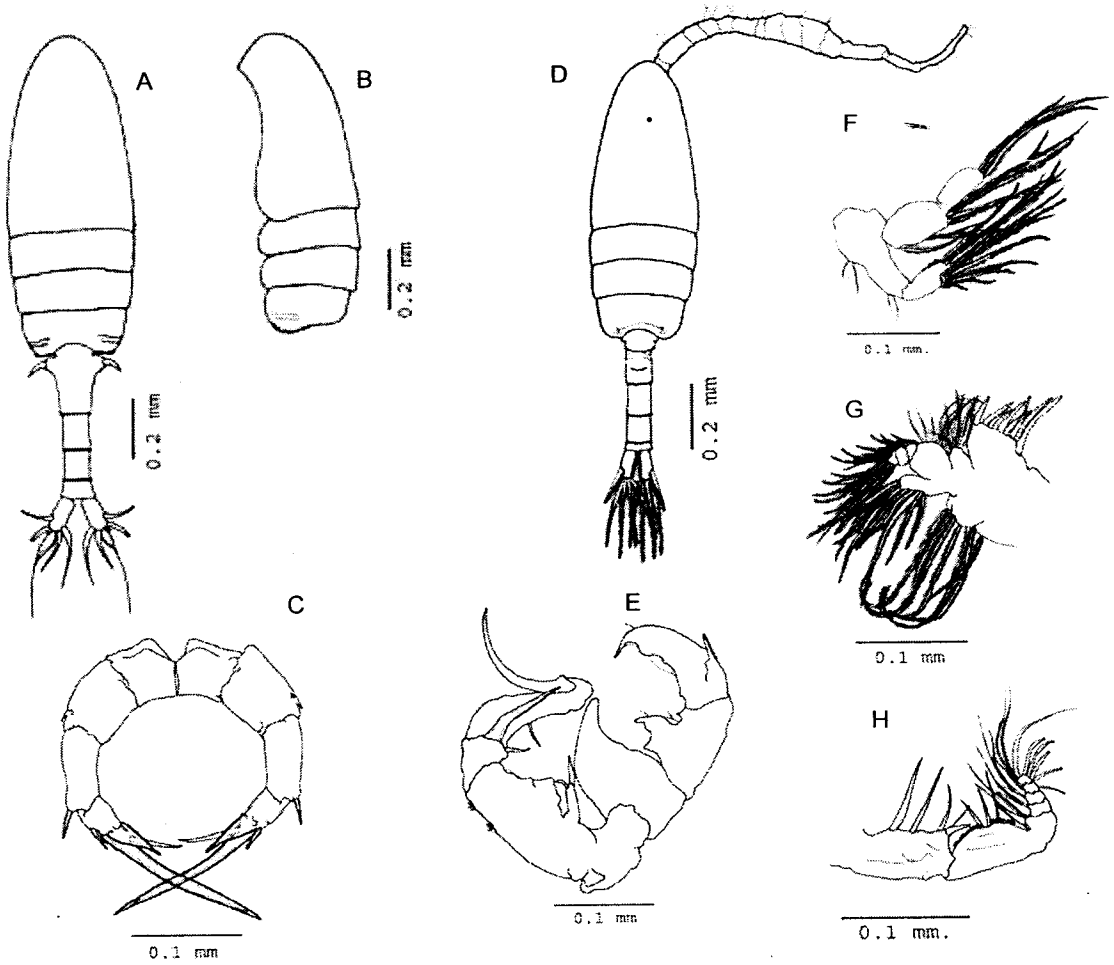
Pseudodiaptomus annadalei Sewell, 1919 (รูปที่ 25)

Pseudodiaptomus annadalei: Walter, 1986, pp. 159-162 fig. 14A-I; Walter, 1986, pp. 159-161 fig. 14 อ้างโดย Pinkaew (2003) Pinkaew, 2003, p. 47, fig. 18; Mulyadi, 2004, p.152, fig 86; ณัฐวดี ภูคำ, 2551, p.102, fig. 60.

เพศเมีย: ส่วน posterolateral ends ของ 5th metasome มีลักษณะมน ด้าน dorsal มีหนามเรียงเป็นแถวจำนวนมาก ที่ posterolateral ends มีหนามเรียง 10-12 อัน ด้านข้างของ 2nd และ 3rd metasome มีหนามเรียงเป็นแถว ส่วนบนของ 1st urosome มีความกว้างมากที่สุดและมีหนาม 1 คู่ ลักษณะคล้ายเขาสัตว์กางออกด้านข้างทั้ง 2 ข้าง ส่วนโคนหนาและส่วนปลายเรียวแหลม caudal setae ปลายแยกออกจากกัน caudal setae สั้นและกางออกคล้ายขนนก โดย caudal setaeเส้นตรงกลางมีลักษณะพองออกที่ส่วนต้นและค่อยๆ เรียวแหลมที่ส่วนปลาย 5th leg สมมาตรกัน ส่วนปลายสุดเป็นหนามยาว และมีขนาดใหญ่ที่ขอบหยักเป็นฟันเลื่อย

เพศผู้: มีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย antennule ด้านขวาเปลี่ยนแปลงไป ส่วน posterodorsal ของ 5th metasome มีหนามขนาดเล็ก 1 คู่ และมีหนามเล็กๆ รอบ ๆ 1st urosome มีกลุ่มหนามอยู่ ด้าน posterodorsal และ 2nd urosome ด้าน posterodorsal มีหนาม เป็นแถวส่วนบนสุดของปล้อง และมีกลุ่มหนามเป็นแนวโค้งอยู่กลางปล้อง และ posterolateral endsของ 2nd ถึง 3rd urosome มีหนามเรียง ส่วน 5th leg ไม่สมมาตรกัน ขาซ้ายปล้องที่1 ขอบด้านในยื่นออกมาส่วนปลายมีหนาม 2 อัน ขอบด้านนอกส่วนปลายมีกลุ่มหนาม 2 กลุ่มจำนวน 4 อัน ปล้องที่ 2 มีหนามขนาดใหญ่ลักษณะแบน ขอบด้านในหยักคล้ายฟันเลื่อย และปล้องสุดท้ายเรียวโค้งคล้ายเคียว ขาขวาปล้องแรกลักษณะคล้ายสามเหลี่ยมปล้องสุดท้าย มีหนามแข็งใกล้โคนปล้องและส่วนปลายเรียว

การกระจาย: พบกระจายในน่านน้ำอินเดีย ฟิลิปปินส์ จีน อินโดนีเซีย และตอนเหนือของควีนส์แลนด์ ออสเตรเลีย ป่าชายเลนบริเวณCilacap bay และ Tegal ที่ผิวน้ำถึงระดับความลึก 10 เมตร น่านน้ำไทยฝั่งอันดามัน ชายฝั่งเกาะยาวใหญ่ จังหวัดพังงา ฝั่งอ่าวไทยบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ในอ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง ป่าลำพู ป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อ ป่าชายฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึก ป่าชายฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กอยู่ระหว่างคลองบางเปี้ยะและคลองบางจาก บริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากแม่น้ำปากพนัง ปากคลองปากนคร และปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 25 *Pseudodiaptomus annadalei* Sewell, 1919 เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; B, ลักษณะลำตัวด้านข้าง; C, ขาคู่ที่5 เพศผู้: D, ลักษณะลำตัว; E, ขาคู่ที่5; F, antennae; G, maxillue; H, maxilliped

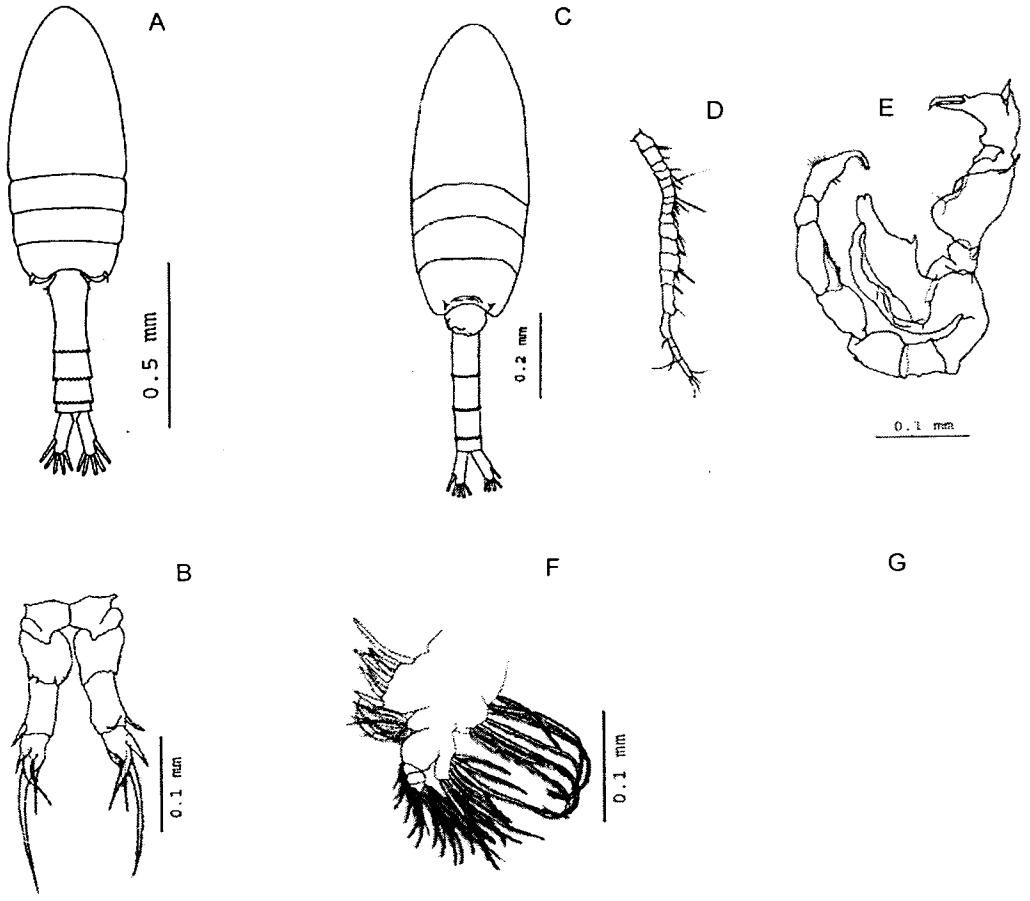
Pseudodiaptomus sp. (รูปที่ 26)

เพศเมีย: ส่วน cephalosome มีลักษณะโค้งมน 4^{th} metasome และ 5^{th} metasome เชื่อมติดกัน ส่วน posterolateral ends ของ 5^{th} metasome ขอบมีลักษณะโค้งมนและ posterodorsal มีหนาม 1 คู่ 1^{st} urosome ยาวกว่า 2^{nd} urosome และ 3^{rd} urosome ส่วนโคนของ 1^{st} urosome ป่องและมีกระจุกขนละเอียด 7 เส้น และ posterolateral ends ของ 1^{st} ถึง 3^{rd} urosome มีหนามรอบ 5^{th} leg สมมาตรกัน ขอบด้านในและด้านนอกของปล้องที่ 2 มีกลุ่มขนละเอียด 7 เส้น ส่วนปลายของปล้องที่ 3 มีหนามแข็งและขอบด้านในหยักคล้ายฟันเลื่อย

เพศผู้: ส่วน cephalosome มีลักษณะโค้งมน antennule ด้านขวาเปลี่ยนแปลงไป 4^{th} metasome และ 5^{th} metasome เชื่อมติดกัน ส่วน posterolateral ends ของ 5^{th} metasome ขอบมีลักษณะโค้งมนและ posterodorsal มีหนาม 1 คู่ 1^{st} urosome ไม่สมมาตร ส่วน posterolateral ends ของ 2^{nd} ถึง 4^{th} urosome มีหนาม 5^{th} leg ไม่สมมาตรกัน ขาซ้ายเรียวเล็กกว่าขาขวา ขาซ้ายปล้องแรกขอบด้านนอกมีหนามขนาดเล็ก 2 อัน

โคนปล้องที่ 3 ด้านในมีหนามขนาดใหญ่ขอบด้านในของหนามมีขนละเอียดตลอดความยาว และปล้องสุดท้ายกลางปล้องมีกลุ่มขนละเอียดทั้งด้านในและด้านนอกปลายปล้องเรียวโค้งและด้านในมีกลุ่มขนละเอียดสั้นๆ ขาขวา ปล้องแรกมีส่วนยื่นเข้าด้านใน 2 แบบ มีรูปร่างเรียวและคล้ายสามเหลี่ยมส่วนปลายของปล้องสุดท้ายมีลักษณะคล้ายปากคีบ

การกระจาย: ในอ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง ป่าลำพู ป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อ ป่าชายฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึก ป่าชายฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กอยู่ระหว่างคลองบางเปี๊ยะและคลองบางจาก บริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากแม่น้ำปากพนัง ปากคลองปากนคร และปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 26 *Pseudodiaptomus* sp. เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; B, ขาคู่ที่5; เพศผู้: C,ลักษณะลำตัว; D,หนวดด้านขวา; E, ขาคู่ที่5; F, maxillue; G, maxilliped

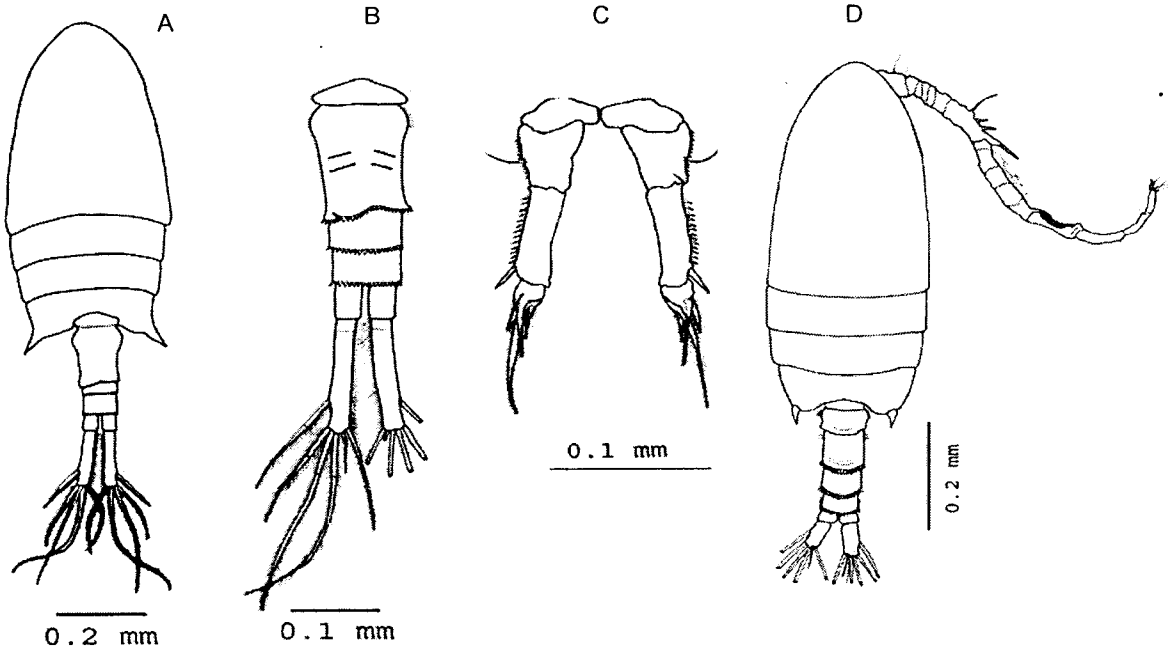
Pseudodiaptomus bispinosus Walter, 1984 (รูปที่ 27)

Pseudodiaptomus bispinosus: Walter, 1984, pp.369-391, fig. 7; Pinkaew, 2003, p. 48, fig. 19

เพศเมีย: ส่วน cephalosome มีลักษณะโค้งมน 4^{th} metasome และ 5^{th} metasome เชื่อมติดกัน ส่วน posterolateral ends ของ 5^{th} metasome ขอบแหลมคล้ายหนามขนาดใหญ่ และ posterodorsal มีหนามขนาดเล็ก 1 คู่ 1^{st} urosome ยาวกว่า 2^{nd} urosome และ 3^{rd} urosome ส่วนโคนของ 1^{st} urosome ป่องและมีกระจุกขนละเอียด 8 เส้น และ posterolateral ends ของ1^{st} urosome ไม่สมมาตร ด้านซ้ายมีลักษณะโค้ง กลางปล้องมีหนามเรียงตัวเป็นแถวแนวเฉียง และ 5^{th} leg สมมาตรกัน ขอบด้านนอกของปล้องที่ 1 มีหนาม 15 อัน หนามอันที่ 11 มีขนาดกนากว่าหนามอื่น ปล้องที่ 2 ขอบด้านนอกมีหนาม 14 อัน หนามอันที่ 14 มีลักษณะขนาดใหญ่

เพศผู้: antennule ด้านขวาเปลี่ยนแปลงไป 4^{th} metasome และ 5^{th} metasome เชื่อมติดกัน ส่วน posterolateral ends ของ 5^{th} metasome มีหนามขนาดใหญ่ 1 คู่ 1^{st} urosome มีกลุ่มขนละเอียด 7 เส้นทั้งสองข้างและพบกลุ่มขนละเอียดบริเวณด้านข้างส่วนต้นของ 1^{st} urosome และ posterolateral endsของ 2^{nd} ถึง 3^{rd} urosome มีหนามเรียง ส่วน 5^{th} leg ไม่สมมาตรกัน

การกระจาย: พบบริเวณ Padre Burgos, Quezon, แนวปะการัง, เกาะ Panay ในประเทศฟิลิปปินส์ ในอ่าวไทยพบในบริเวณปากแม่น้ำบางประกง และชายฝั่งศรีราชา ในอ่าวปากพนังพบป่าชายเลน ได้แก่ ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง ป่าลำพู ป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อ



รูปที่ 27 *Pseudodiaptomus bispinosus* Walter, 1984 เพศเมีย : A, ลักษณะลำตัว; B, Urosome ; C, ขาคู่ที่5; เพศผู้ : D,ลักษณะลำตัว

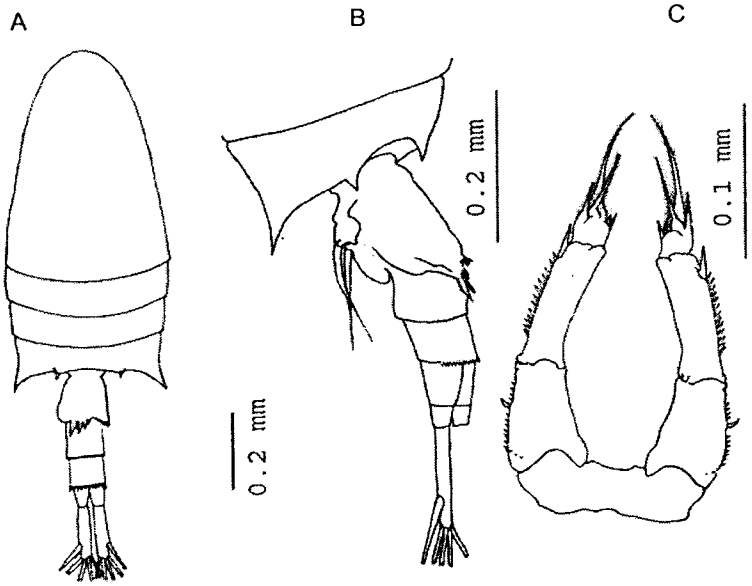
Pseudodiaptomus cf. trihamatus Wright, 1937 (รูปที่ 28)

Pseudodiaptomus trihamatus: Walter, 1984, p. 380-383, fig 5a-i

เพศเมีย: ส่วน cephalosome มีลักษณะโค้งมน 4^{th} metasome และ 5^{th} metasome เชื่อมติดกัน ส่วน posterolateral ends ของ 5^{th} metasome ขอบคล้ายหนามขนาดใหญ่ และ posterodorsal มีหนามขนาดเล็ก 1 คู่ posterolateral ends ของ1^{st} urosome ไม่สมมาตร ด้านซ้ายมีลักษณะนูนมีหนามขนาดใหญ่ 4 อัน และหนามบริเวณ posterolateral ends ของ2^{nd} urosome มีขนาดเล็กกว่า หนามบริเวณ posterolateral ends ของ 3^{rd} urosome และ 5^{th} leg สมมาตรกัน ขอบด้านนอกของปล้องที่ 1 มีหนาม 15 อัน หนามอันที่ 11 มีขนาดใหญ่กว่าหนามอันอื่น ปล้องที่ 2 ขอบด้านนอกมีหนาม 14 อัน หนามอันที่ 14 มีลักษณะแข็งและใหญ่

เพศผู้: ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้

การกระจาย: พบบริเวณชายฝั่งประเทศฟิลิปปินส์ ในอ่าวปากพนังพบบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปาก คลองปากนคร



รูปที่ 28 *Pseudodiaptomus cf. trihamatus* Sewell, 1919 เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; B, Urosome; C,ขาคู่ที่5

Genus *Subeucalanus* Geletin

<u>สัณฐานวิทยาของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอด Genus *Subeucalanus* Geletin</u>

ลักษณะสำคัญ : antennule มี 23 ปล้อง โดยปล้องที่ 1-2 และ 8-9 รวมกัน ส่วน antennae มี exopod สั้นกว่า endopod ขอบด้านนอกส่วน basipod ของ mandible มีรูปร่างเรียวยาว ส่วน endopod มีขนาดสั้นแบ่งเป็นสองปล้อง ยื่นออกมาบริเวณต่ำกว่ากึ่งกลางของปล้อง ประมาณ 1 ใน 3 ของส่วน basipod ส่วนของ mandible maxilla maxilliped มีsetae ทุกปล้องจำนวนแตกต่างกันตามชนิด (Boltovskoy, 1999)

Subeucalanus subcrassus Giesbrecht, 1888 (รูปที่ 29)

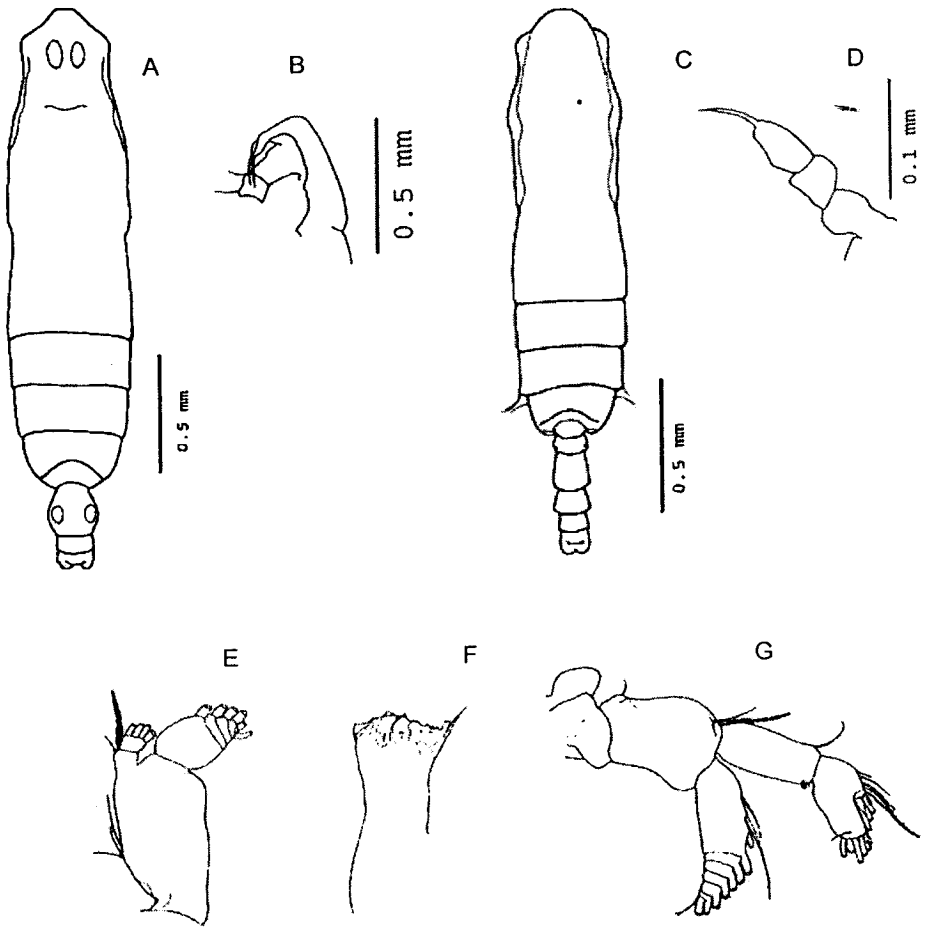
Eu*calanus subcrassus* Giesbrecht, 1888: Tanaka, 1965, p. 270; Zheng Zhong *et al.*, p. 230, fig 152(a-e)
Suwanrumpha, 1987, p.37. fig. 9;

Subeucalanus subcrassus : Mulyadi, 2004, p. 118, fig 67; พรเทพ พรรณรักษ์, 2547, p. 76, fig. 43; Kasturirangan, 1963, p. 20, fig. 12(d-e); Conway *et al.*, 2003, p. 168; ณัฐวดี ภูคำ, 2551, p. 126, fig. 82

เพศเมีย: cephalosome โค้งมน ส่วน cepholosome และ 1st metasome เชื่อมติดกัน posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะโค้งมน urosome มี 3 ปล้อง1st urosome มีขนาดยาวและใหญ่กว่า 2nd urosome และ 3rd urosomr และมีลักษณะป่องออก 3rd urosome เชื่อมติดกับ caudal ramus ไม่มี 5th leg

เพศผู้: ลักษณะของส่วน cephalosome และ prosome คล้ายเพศเมีย ด้านข้างลำตัว 4th metasome และ 5th metasome มี ขนเส้นเล็กๆ ปล้องละ 1 เส้น ส่วน urosome มี 4 ปล้อง โดย anal segment เชื่อมติดกกับ caudal ramus ส่วน 5th leg มีเฉพาะขาซ้ายเป็นแบบ uniramous มี 4 ปล้อง โดยปล้องที่ 4 มี setae ตรงส่วนปลาย ยาวกว่าความยาวของปล้องที่ 4 ส่วนขาขวาลดรูปหายไป

การกระจาย: สามารถพบได้บริเวณชายฝั่งในเขตร้อน เขตอินโด-แปซิฟิก แถว Great Barrier Reef ในประเทศออสเตรเลีย ชายฝั่งของประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย ในประเทศไทยน่าน้ำอ่าวไทย ชายฝั่งจังหวัดระนองถึงจังหวัดสตูล หมู่เกาะช้าง-พะยาม หมู่เกาะสุรินทร์ หมู่เกาะสิมิลัน หมู่เกาะยาวน้อย เกาะยาวใหญ่ หมู่เกาะอาดัง-ราวี ในอ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง บริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร ปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 29 *Subeucalanus subcrassus* Giesbrecht, 1888 เพศเมีย ; A, ลักษณะลำตัว; B, cephalosome; เพศผู้: C, ลักษณะลำตัว; D, ขาคู่ที่ 5; E, antennae; F, mandible ; G, mandible blade (รูป E-G ที่มา; Mulyadi, 2004)

2. Carnivorous copepods เป็นโคพีพอดกลุ่มกินสัตว์ ซึ่งรยางค์ในการกินอาหารมีลักษณะแข็งแรงเพื่อใช้ในการล่าเหยื่อ ลักษณะของ setae บน maxilla มีลักษณะสั้นและแข็งแรงไม่มี plumose setae โคพีพอดในบริเวณอ่าวปากพนัง ซึ่งจัดเป็นโคพีพอดกลุ่มกินสัตว์ ประกอบด้วย *Labidocera minuta*, *Tortanus forcipatus*, *Corycaeus* sp., *Hemicyclops* sp.A, *Hemicyclops* sp.B, *Hemicyclops* sp.C, *Oithona* sp.A, *Oithona* sp.B, *Mesocyclops* sp.

Genus *Labidocera* Lubbock

สัณฐานวิทยาของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอด Genus *Labidocera* Lubbock

ลักษณะสำคัญ: antennule เพศผู้เปลี่ยนแปลงมีลักษณะเป็น geniculate 4 ปล้อง เพศเมีย มี 23 ปล้อง mandible มีลักษณะคล้ายซี่ฟันบางและโค้ง 3-4อัน (Mulyadi, 2002)

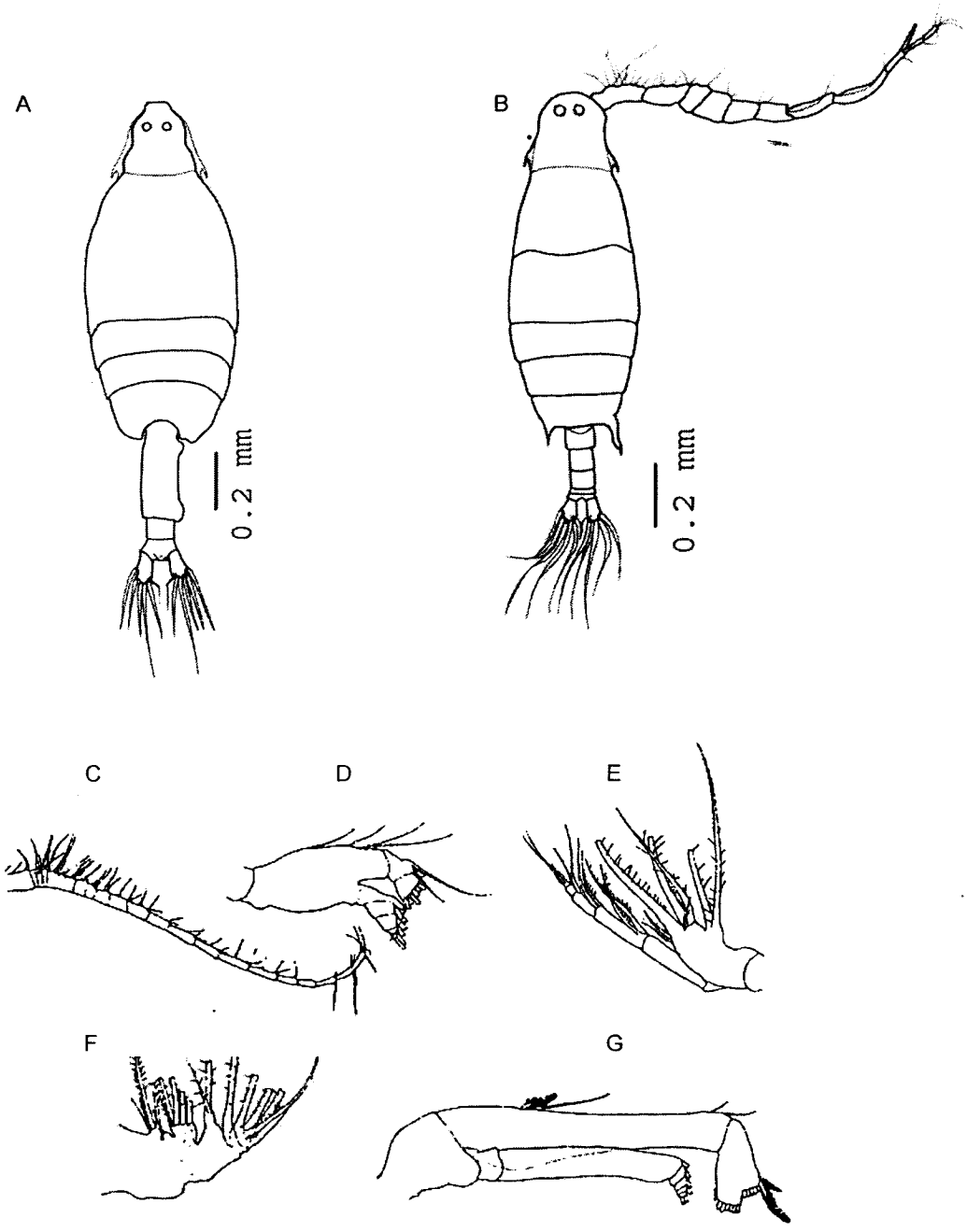
Labidocera minuta Giesbrecht, 1889 (รูปที่ 30)

Labidocera minuta: Tanaka, 1964, p. 54, 233; Suwanrumpha, 1987, p. 113, fig. 57; พรเทพ พรรณรักษ์, 2547, p. 92, fig. 53; Kasturirangan, 1963, p. 52, fig. 52; Conway *et al.*, 2003, p. 132; ณัฐวดี ภูคำ, 2551, p. 81, fig. 36; Mulyadi, 2002, p. 71, fig. 22; Othman and Toda, 2006, p. 311, fig. 10-11.

เพศเมีย: cephalosome มีลักษณะโค้งมน มี cephalic hook และมี cuticular lens 1 คู่ ส่วน cephalosome กับ 1st metasome ไม่เชื่อมติดกัน rostrum มีลักษณะเป็น filament 2 เส้น โค้งงอลงด้านล่าง ส่วน 4th metasome และ 5th metasome เชื่อมติดกัน ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะขอบมน urosome มี 3 ปล้อง 1st urosome ไม่สมมาตรด้านขวายื่นออกด้านข้างเล็กน้อย caudal ramus ไม่สมมาตร ด้านขวาใหญ่กว่าด้านซ้ายเล็กน้อย 5th leg สมมาตรกันเป็นแบบ biramous โดย endopod มี 1 ปล้อง ลักษณะเป็นง่ามตรงส่วนปลาย exopod มี 1 ปล้อง และมีหนามส่วนปลาย 2 อัน และหนามเล็ก ๆ ด้านนอกอีก 2 อัน

เพศผู้: cephalosome มีลักษณะโค้งมน มี cephalic hook และมี cuticular lens 1 คู่ antennule เพศผู้เปลี่ยนแปลงมีลักษณะเป็น geniculate ส่วน cephalosome กับ 1st metasome ไม่เชื่อมติดกัน ส่วน 4th metasome และ 5th metasome เชื่อมติดกัน ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome ไม่สมมาตรกัน โดยด้านขวามีขนาดใหญ่และยาวกว่าด้านซ้าย urosome มี 5 ปล้อง 5th leg เป็นแบบ uniramous ไม่สมมาตรกัน ปล้องสุดท้ายของขาซ้ายมีลักษณะเป็นพูยื่นออกไป 3 พู ขาขวามีลักษณะเป็นปากคีบ

การกระจาย: สามารถพบได้ตั้งแต่เขตร้อนจนถึงเขตอบอุ่น แถบอินโด-แปซิฟิก ในมหาสมุทรแปซิฟิกบริเวณใกล้เกาะฮ่องกง ทะเลแดง หมู่เกาะมัลดีฟ มหาสมุทรอินเดียและแถบ Great Barrier Reef ในประเทศไทยทะเลฝั่งอันดามัน ชายฝั่งและห่างฝั่งตั้งแต่จังหวัดระนองถึงจังหวัดสตูล หมู่เกาะช้าง-พะยาม หมู่เกาะสิมิลัน หมู่เกาะสุรินทร์ ทิศตะวันออกเฉียงใต้เกาะยาวใหญ่ หมู่เกาะพีพี หน้าเกาะหินงาม หมู่เกาะอาดังราวี ในอ่าวปากพนังพบบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 30 *Labidocera minuta* Giesbrecht, 1889 เพศเมีย; A, ลักษณะลำตัว; เพศผู้; B, ลักษณะลำตัว; C, antennule; D, mandible; E, maxilliped; F, maxillae; G, antenna (รูป C-G ที่มา; Mulyadi, 2002)

Genus *Tortanus* Giesbrecht & Schmeil

สัณฐานวิทยาของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอด Genus *Tortanus* Giesbrecht & Schmeil

ลักษณะสำคัญ: antennule ในเพศผู้ไม่สมมาตรเปลี่ยนแปลงไปมีลักษณะ geniculate มี 17 ปล้อง เพศเมียมี 12-15 ปล้อง antenna มี coax และ basis แยกกัน แต่ส่วนใหญ่ endopodite รวมกับ basis โดย endopodite ของ

antenna มีลักษณะเรียวและยาวกว่า exopodite ส่วน basis ของ mandible plap มีลักษณะยาว ส่วน maxilliped มี basal มีการเจริญดี และ setae แข็งแรง (Boltovskoy, 1999; Mulyadi, 2004)

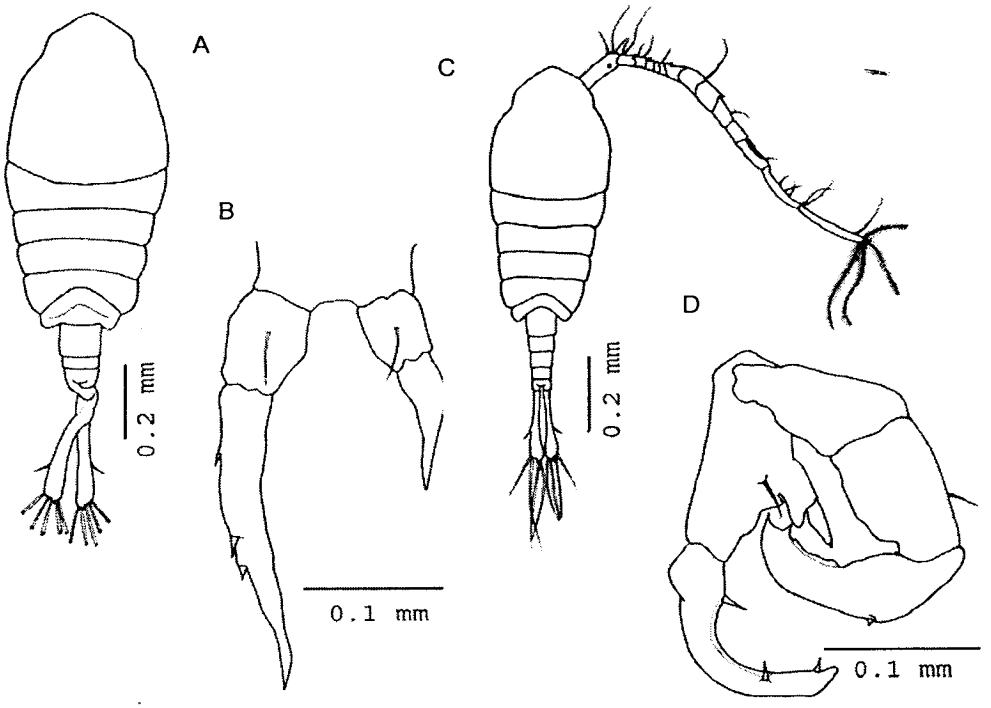
Tortanus forcipatus Giesbrecht, 1889 (รูปที่ 31)

Tortanus forcipatus: Mori, 1937, pl.51, fig. 11-14; Suwanrumpha, 1987, p.131, fig. 75; Boltovskoy, 1999, p.1075, fig. 7.412; Mulyadi, 2004, p. 167, fig. 92; พรเทพ พรรณรักษ์, 2547, p. 103, fig. 61; Conway *et al.*, 2003, p. 141; Pinkaew, 2003, p. 71, fig. 15; ณัฐวดี ภูคำ, 2551, p. 109, fig. 66

เพศเมีย: ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะโค้งยื่นเป็นตุ่มขอบมนสมมาตรกัน urosome มี 3 ปล้อง ไม่สมมาตรกัน โดย 1st urosome และ caudal ramus เชื่อมติดกัน บริเวณที่ anal segment และ caudal rami เชื่อมติดกันลักษณะบิดคล้ายเกลียว ปลาย caudal rami แยกออกจากกัน 5th leg ขอบด้านนอกของขาขวามีหนาม 2 อัน ปลายขาแหลม ขาซ้ายขอบนอกเรียบและปลายขายขาแหลม ขาขวายาวกว่าขาซ้าย

เพศผู้: ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะโค้งยื่นเป็นตุ่มขอบมนสมมาตรกัน anal segment และ caudal rami แยกกันชัดเจน caudal rami มีลักษณะเรียวยาว 1st urosome ถึง 5th urosome รวมกัน 5th leg ไม่สมมาตร ขาขวามีลักษณะคล้ายก้าม

การกระจาย: พบได้บริเวณหมู่เกาะมาเลย์ ทะเลแดง และตอนบนของมหาสมุทรอินเดีย ฝั่งอันดามันชายฝั่งตั้งแต่จังหวัดระนองถึงจังหวัดสตูล หมู่เกาะยาวน้อย เกาะยาวใหญ่ หมู่เกาะช้าง-พะยาม และฝั่งอ่าวไทยพบบริเวณชายฝั่งศรีราชา ในอ่าวปากพนังพบบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร ปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 31 *Tortanus forcipatus* Giesbrecht, 1889 เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; B, ขาคู่ที่5 เพศผู้: C, ลักษณะลำตัว; D, ขาคู่ที่5

Genus *Oithona* Baird, 1843

สัณฐานวิทยาของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอด Genus *Oithona* Baird, 1843

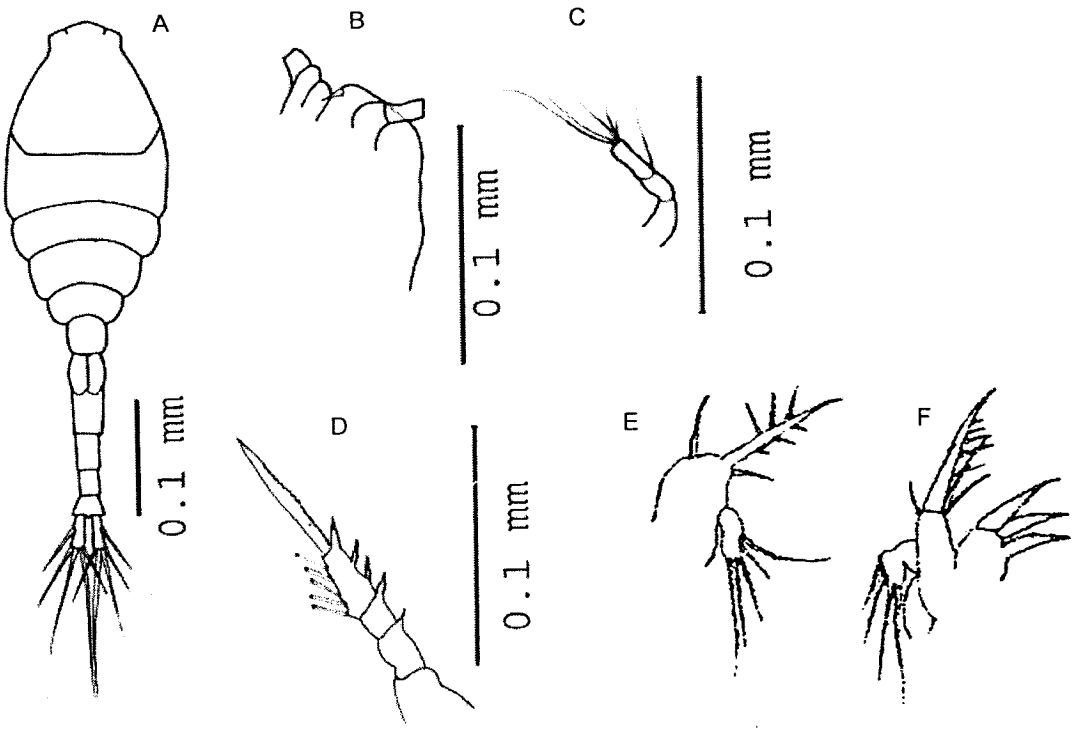
ลักษณะสำคัญ : antennule เพศผู้สั้นและเปลี่ยนแปลงไปมีลักษณะเป็น geniculate ทั้ง 2 ข้าง ในเพศเมียเรียวยาว antenna เป็นแบบ uniramous ส่วนขอบด้านในของ maxillue มี setae ในแต่ละปล้องตั้งแต่ 0-11 อัน exopodite ปล้องที่ 1 มี 3-4 อัน ส่วน maxilla ปล้อง precoxa รวมกับ coax ปล้องที่ 2 และ 3 ของ endopodite มีหนาม 2 และ1 อันตามลำดับ มีลักษณะแข็งและโค้ง maxilliped มี 4 ปล้อง (Boltovskoy, 1999)

Oithona sp.A (รูปที่ 32)

เพศเมีย: antenna เป็นแบบ uniramous ส่วน prosome คล้ายรูปไข่ มี 5 ปล้อง cephalosome เรียว มี rostrum เรียวแหลม ส่วน prosome ยาวใกล้เคียง urosome ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะขอบโค้งมน ส่วน urosome มี 5 ปล้อง genital segment ยาว และมีลักษณะคล้ายพู 2 พู caudal ramus ยาวใกล้เคียงกับ anal segment ส่วน1st leg ถึง 4th leg เป็นแบบ biramous ส่วนของ 4th leg มี exopod 3 ปล้อง มีหนามขนาดใหญ่และมีขอบหยักเป็นฟันเลื่อย

เพศผู้: ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้

การกระจาย: ในอ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ ป่าลำพู ป่าชายฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึก ป่าชายฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กอยู่ระหว่างคลองบางเปี๊ยะและคลองบางจาก



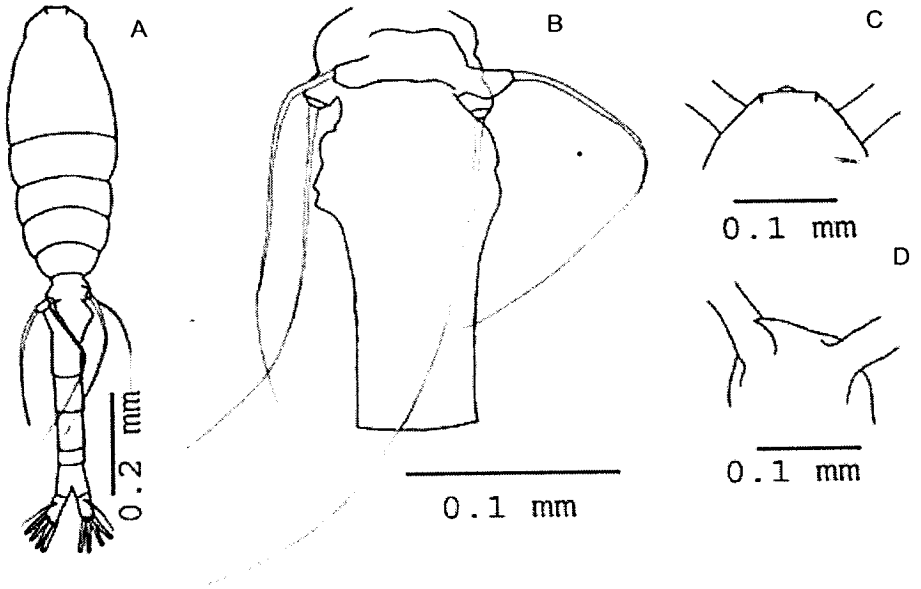
รูปที่ 32 *Oithona* sp.A เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; B, rostrum; C, antenna; D ขาคู่ที่ 4; E, mandible; F, maxilla (รูป E-F ที่มา: สุนีย์ สุวภีพันธ์, 2529)

Oithona sp.B (รูปที่ 33)

เพศเมีย: ส่วน prosome คล้ายรูปไข่ มี 5 ปล้อง cephalosome เรียว มี rostrum เรียวแหลม ส่วน prosome ยาวใกล้เคียง urosome ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะขอบโค้งมน ส่วน urosome มี 5 ปล้อง gentian segment ยาวไม่สมมาตรกัน ด้าน ventral มีข้างละ 2 เส้นยาวเกินครึ่งหนึ่งของ urosome ส่วน caudal ramus ยาวใกล้เคียงกับ anal segment

เพศผู้: ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้

การกระจาย: ในอ่าวปากพนังพบบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร ปลายแหลมตะลุมพุก



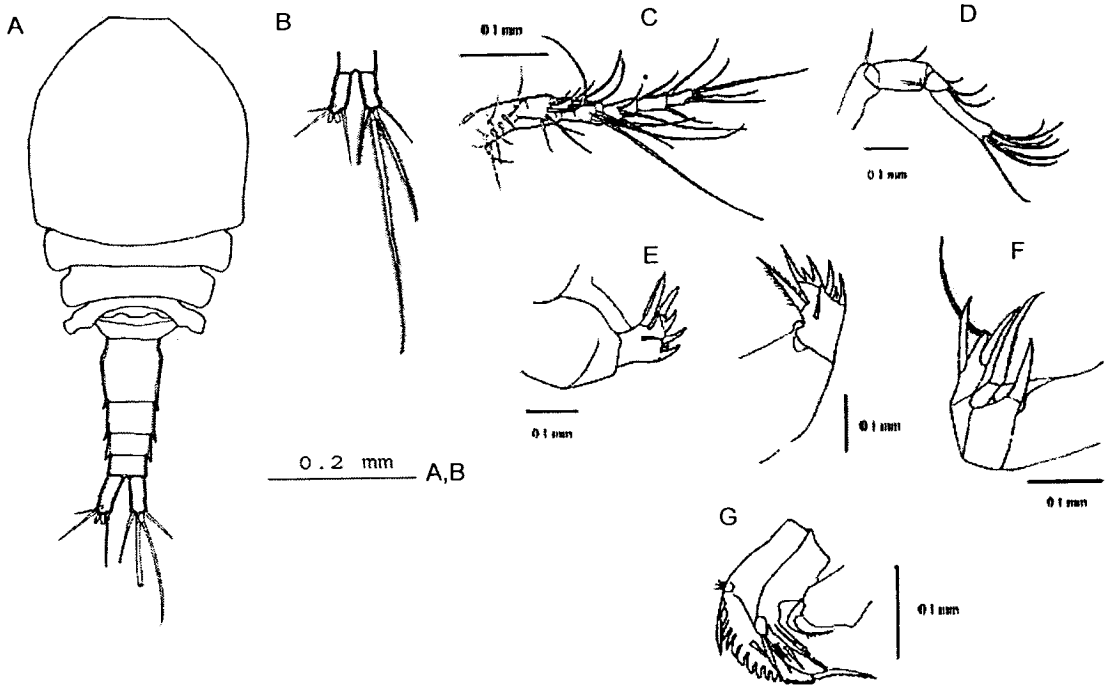
รูปที่ 33 *Oithona* sp.B เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; B, urosome; C, rostrum ด้าน dorsal; D rostrum ด้าน ventral

Mesocyclop sp. (รูปที่ 34)

ลักษณะสำคัญ: cephalosome มีลักษณะตัดตรง ส่วน cephalosome และ 1st metasome เชื่อมติดกัน prosome กว้าง metasomeแต่ละปล้องแยกกันชัดเจน 5th metasome มีขนาดเล็กกว่าปล้องอื่น posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะแบนคล้ายปีก ส่วน urosome มี 4 ปล้อง และด้านข้างของ urosome ทุกปล้องมีลักษณะคล้ายหนามทั้ง 2 ข้าง 1st urosome ยาวกว่าปล้องอื่น caudal ramus ไม่สมมาตรกัน ข้างซ้ายมีหนามเรียวสั้นอยู่ด้าน dorsal ส่วน caudal ramus เส้นกลาง 1 เส้นยาวที่สุด

หมายเหตุ จากการศึกษาไม่สามารถระบุเพศของ *Mesocyclop* sp.

การกระจาย: อ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ ป่าลำพู บริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร ปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 34 *Mesocyclop* sp. A, ลักษณะลำตัว; B, caudal ramus; C, antennule; D, antenna; E, mandible ข้างซ้ายและข้างขวา; F, maxilliped; G, maxilla (รูป C-F ที่มา: Pinkaew, 2003)

Genus *Corycaeus* Dana, 1852

สัณฐานวิทยาของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอด Genus *Corycaeus* Dana, 1852

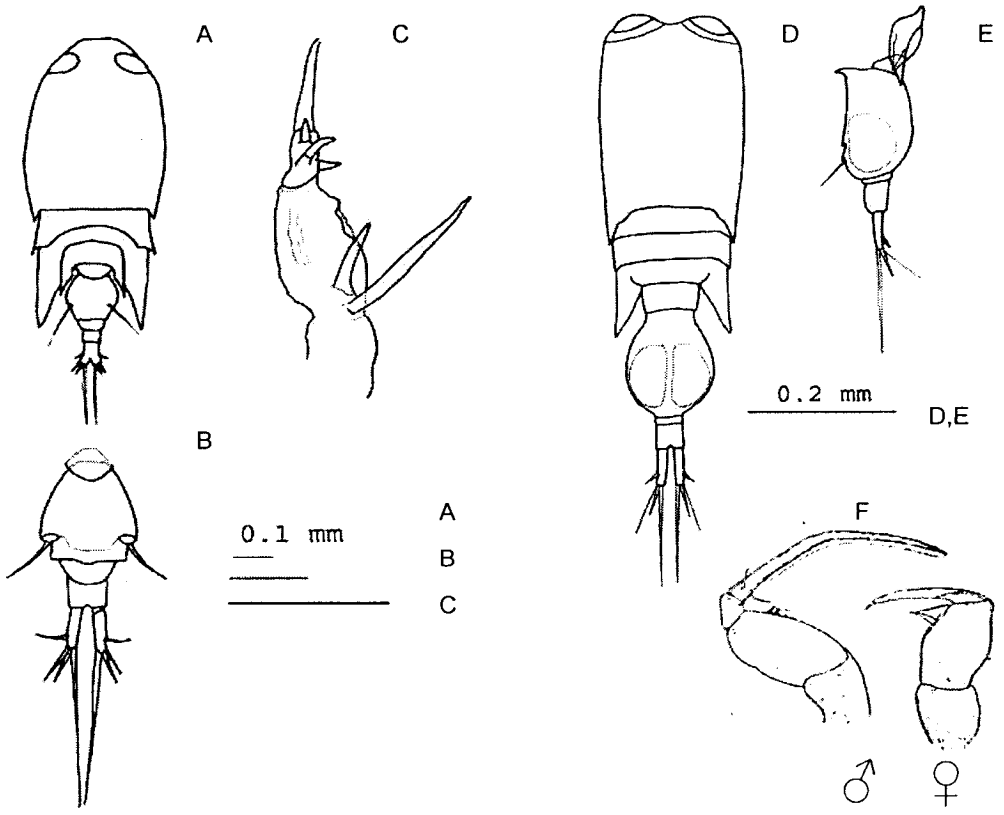
ลักษณะสำคัญ: antennule สั้นมี 6 ปล้อง ของเพศผู้ไม่เป็นลักษณะ geniculate แต่ antenna เป็น unirramous มี 4 ปล้องและเป็น prehensile ในเพศผู้ ส่วน coax และ basis มีขนาดใหญ่ปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 มีหนามยาว 2 อัน ส่วนปลายของปล้องสุดท้ายจะมีหนามปลายโค้งและยาวกว่าเพศเมีย mandible มี หนามเรียงเป็นแถวคล้ายฟัน 2 แถว maxilla มีขนาดเล็ก มีหนาม 4 อัน maxilla มี 1 ปล้อง maxilliped มี 3 ปล้อง (Boltovskoy, 1999)

Corycaeus sp. (รูปที่ 35)

เพศเมีย: ด้านหน้าของ cephalosome มี ocular lens ขนาดใหญ่1 คู่ prosome รูปไข่ antenna ส่วนฐานของปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 มีหนามยาว 2 อัน ส่วนปลายของปล้องสุดท้ายจะมีหนามปลายโค้ง prosome ประกอบด้วย cephalosome และ metasome 3 ปล้อง ส่วน posterolateral end ของ 3rd metasome มีลักษณะแหลม urosome มี 3 ปล้อง 1st urosome มีขนด้านข้าง ข้างละ 1 เส้น caudal ramus แคบ

เพศผู้: ด้านหน้าของ cephalosome มี ocular lens ขนาดใหญ่1 คู่ ส่วน posterolateral end ของ 3rd metasome มีลักษณะแหลม และยาวประมาณครึ่งหนึ่งของ 1st urosome พลิกด้านข้างของ 1st urosome ด้านท้องส่วนหน้าของ 1st urosome มีลักษณะเป็นปลายแหลม และด้านล่างมีลักษณะแหลมคล้ายหนาม 2 อัน

การกระจาย: ในอ่าวปากพนังพบบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร ปลายแหลมตะลุมพุก

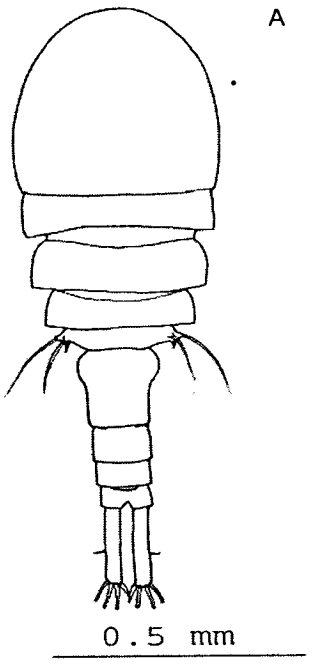


รูปที่ 35 *Corycaeus* sp. เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; B, urosome; C, antenna; เพศผู้: D, ลักษณะลำตัว; E, urosome ด้านข้าง; F, maxilliped (รูป F ที่มา: Suwanrumpha, 1987)

Hemicyclops sp.A (รูปที่ 36)

เพศเมีย: cephalosomeมีลักษณะมน มี metasome 4 ปล้อง โดย cephalosome และ 1st metasome ไม่เชื่อมติดกัน 4th metasome ด้านข้างมี หนามขนาดเล็กและสั้น 1 อัน และมีขนเรียวยาว 2 เส้น urosome มี 4 ปล้อง 1st urosome ยาวกว่าปล้องอื่น ส่วนต้นป่องออก posterolateral end ของ 1st urosome ด้านข้างมี หนามขนาดเล็ก 4-5 อัน และด้าน dorsal มีกลุ่มหนามขนาดเล็กกระจายอยู่ และ posterolateral end ของ 3rd urosome มีหนามขนาดเล็ก caudal ramus แคบและยาว

การกระจาย: อ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ ป่าลำพู บริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร ปลายแหลมตะลุมพุก



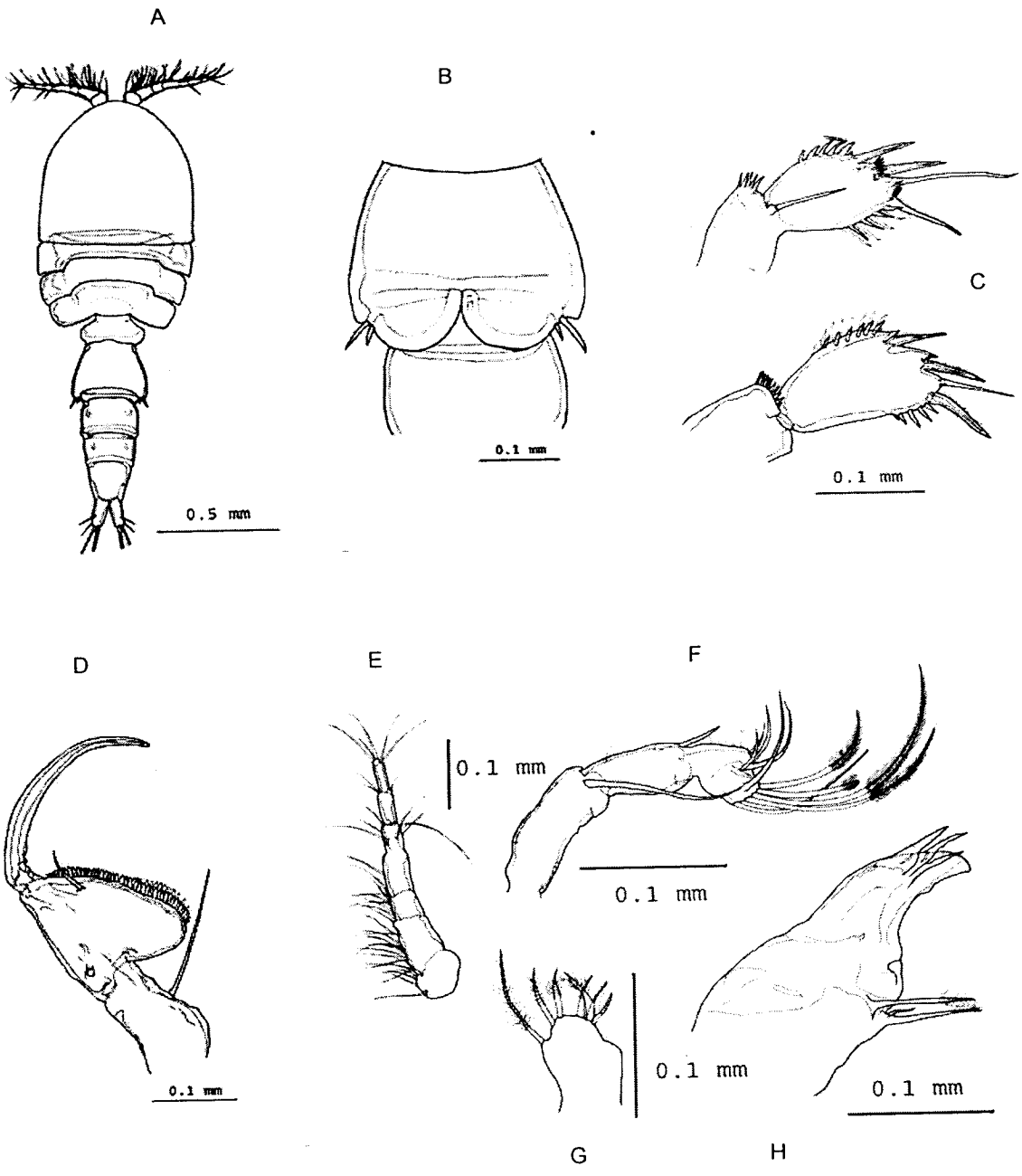
รูปที่ 36 *Hemicyclops* sp.A เพศเมีย : A, ลักษณะลำตัว

Hemicyclops sp.B (รูปที่ 37)

เพศเมีย: cephalosome โค้งมน antennule มี 7 ปล้อง prosome กว้างประกอบด้วย cephalosome และ metasome 3 ปล้อง ตรงกลาง prosome นูนกว่าด้านข้าง 2^{nd} urosome มีขนาดใหญ่กว่าปล้องอื่น มุม posterolateral end ของ 2^{nd} urosome มีหนาม 2 อันหนามด้านนอกยาวกว่าหนามด้านใน ด้าน ventral มีแผ่นลักษณะโค้งยื่นออกมา 3^{rd} urosome และ 4^{th} urosome ด้าน dorsal มี มีกลุ่มหนามทั้งด้านซ้ายและด้านขวา

เพศผู้: ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้

การกระจาย: อ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง ป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อ ป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึกและบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กระหว่างคลองบางเปี้ยะและคลองบางจาก



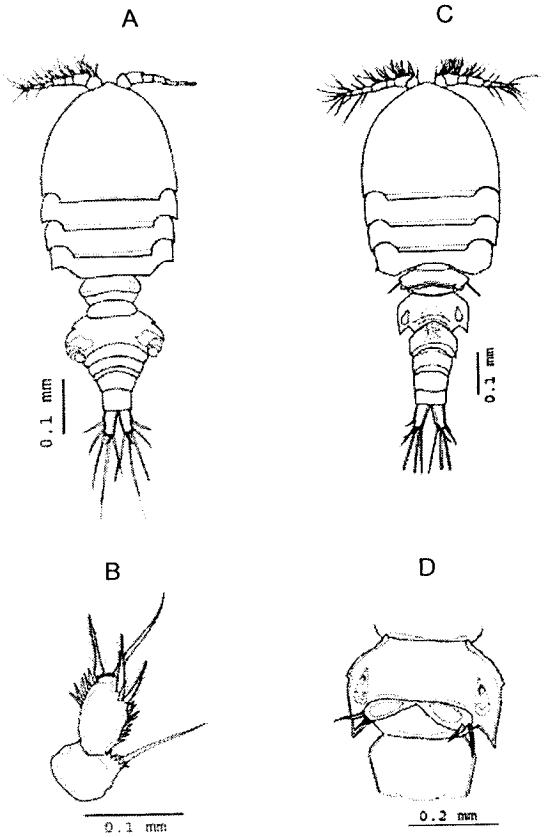
รูปที่ 37 *Hemicyclop* sp.B เพศเมีย A, ลักษณะลำตัว; B, urosome ด้าน ventral; C, ขาคู่ที่5; D, maxillue; E, antennule; F, antenna G, maxilla; H, maxilliped

Hemicyclops sp.C (รูปที่ 38)

เพศเมีย: cephalosome โค้งมน antennule มี 7 ปล้อง prosome กว้างประกอบด้วย cephalosome และ metasome 3 ปล้อง posterolateral end ของ metasome ด้านข้างทั้งสองข้างมีลักษณะโค้ง 1st urosome มีลักษณะคล้ายสามเหลี่ยม มุมด้านล่างมีลักษณะคล้ายวงรี caudal ramus สั้น มี caudal rami ข้างละ 5 เส้น 5th leg มี 2 ปล้อง ปล้องแรกมีหนามเรียวยาว 1 อัน ที่โคนมีหนามขนาดเล็ก 6 อัน ปล้องที่ 2 ด้านนอกมีหนาม 5 อัน ด้านในมีหนาม 8 อัน ส่วนปลายปล้องมีหนาม 4 อัน ขอบมีขนละเอียดตลอดความยาวของหนาม

เพศผู้: cephalosome โค้งมน antennule มี 7 ปล้อง prosome กว้างประกอบด้วย cephalosome และ metasome 3 ปล้อง posterolateral end ของ metasome ด้านข้างทั้งสองข้างมีลักษณะโค้ง 1st urosome มีหนามเรียวยาวข้างละ 1 อัน 2nd urosome มีขนาดใหญ่กว่าปล้องอื่นมีลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยม มุม posterolateral end ของ 2nd urosome แหลมคล้ายหนาม และมีลักษณะคล้ายหยดน้ำบน 2nd urosome ทั้งสองด้าน ด้าน ventral มีแผ่นลักษณะรี และมีหนาม 2 อัน 2nd urosome และ 3rd urosome ด้าน dorsal มีหนามขนาดเล็กกระจาย

การกระจาย: อ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ ป่าชายเลยคลองโก้งโค้ง ป่าลำพู ป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึก



รูปที่ 38 *Hemicyclop* sp. C เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; B,ขาคู่ที่5; เพศผู้: C , ลักษณะลำตัว; D, urosome

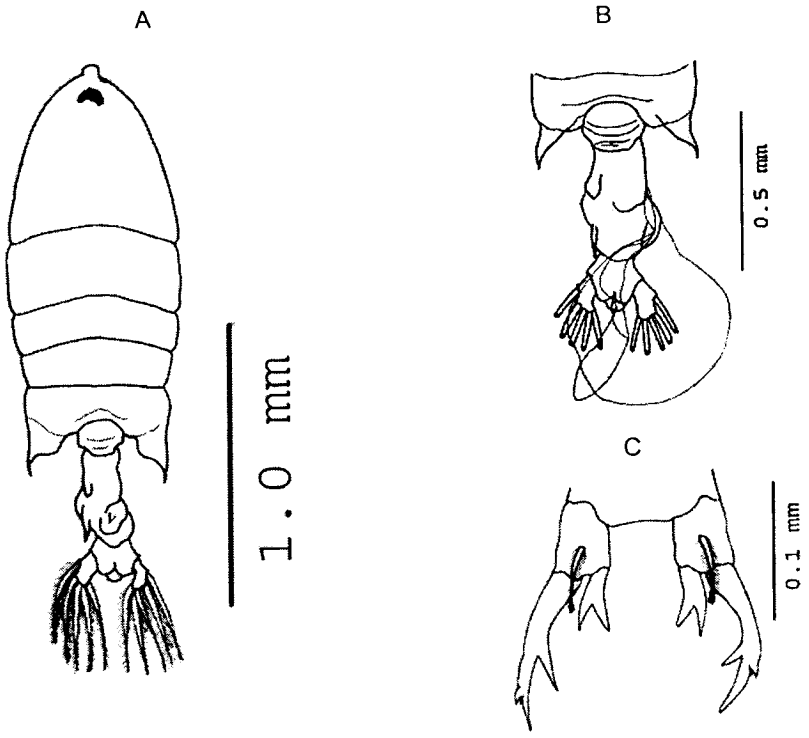
3. Omnivorous copepods เป็นโคพีพอดกลุ่มที่มีการกินอาหารทั้งพืชและสัตว์ โดยรยางค์ในการกินอาหารโคพีพอดมี setae ที่มีระยะห่างมากกว่าโคพีพอดกลุ่มกินพืช ได้แก่ *Pontellopsis* sp., *Calanopia elliptica, C. australica, Centropagas furcatus*

Pontellopsis sp. (รูปที่ 39)

เพศเมีย: ส่วน cephalosome และ prosome มีลักษณะกว้างและรูปร่างค่อนข้างอ้วน ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome ขอบแหลมคล้ายหนามขนาดใหญ่ urosome มี 3 ปล้อง 2nd urosome ไม่สมมาตร มีติ่งห้อยลงมาด้านข้าง ลักษณะเป็นก้อน ขอบด้านซ้ายล่างมีหนามเรียว ส่วน caudal rami ไม่สมมาตรกันด้านขวามีขนาดใหญ่กว่าด้านซ้าย 5th leg ไม่สมมาตร ขาขวามีขนาดยาวและใหญ่กว่าขาซ้ายเล็กน้อย ขอบด้านนอกส่วน exopod มีหนามขนาดเล็ก 2 อันใกล้ส่วนปลาย ขาทั้งสองข้างมีลักษณะโค้งเข้าหากัน

เพศผู้: ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้

การกระจาย: อ่าวปากพนังพบบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 39 *Pontellopsis* sp. เพศเมีย; A, ลักษณะลำตัว; B, urosome; C, ขาคู่ที่5

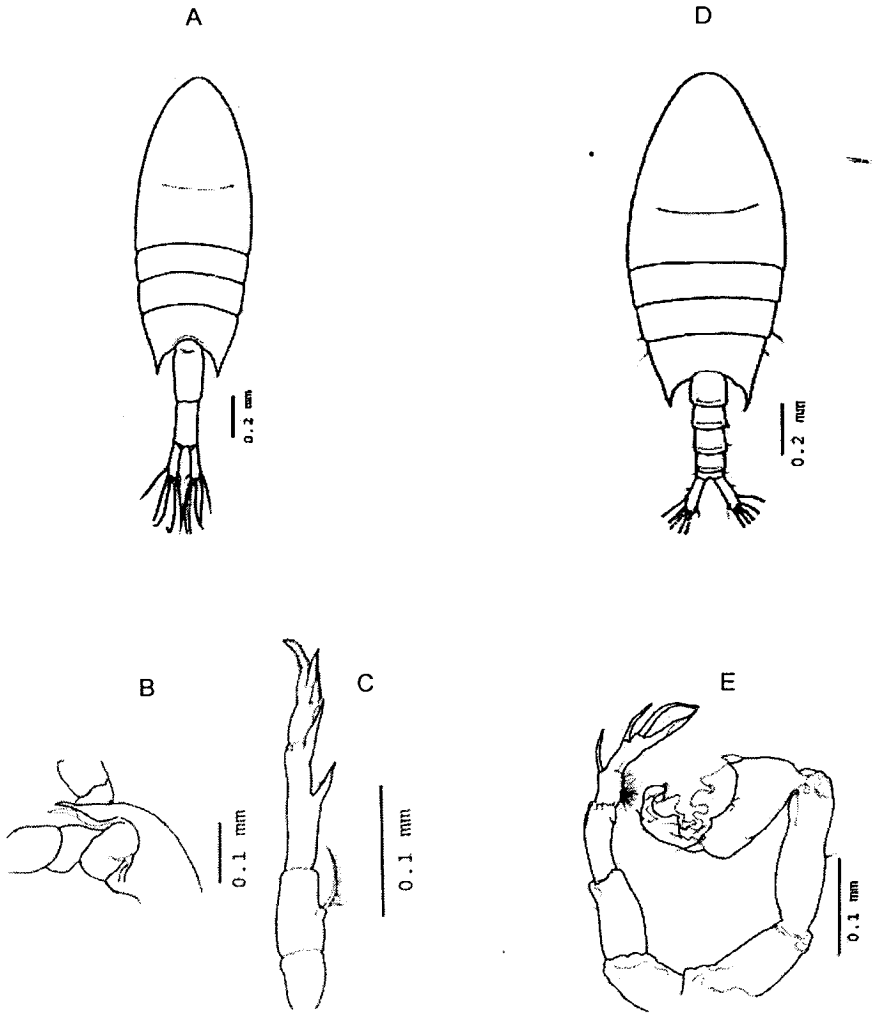
Calanopia eliptica Dana, 1849 (รูปที่ 40)

Calanopia eliptica: Kasturirangan, 1963, p. 48, fig. 46; Mulyadi, 2002, p. 41, fig 11; Conway *et al.*, 2003, p. 121; Othman and Toda, 2006, pp. 307-308, fig. 3-4; สุนีย์ สุวภีพันธ์, 2529, fig. 19.2; ณัฐวดี ภูคำ, 2551, p. 126, fig. 82

เพศเมีย: prosome ไม่มี cephalic hook ส่วน 4th metasome และ 5th metasome เชื่อมติดกัน ด้านข้างของ 3rd metasome มีขนละเอียดข้างละ 1 เส้น ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะแหลม urosome มี 2 ปล้อง 2nd urosome และ caudal ramus มีขนละเอียดข้างละ 1 และ 2 เส้น ตามลำดับ ส่วน 5th leg ไม่สมมาตรกัน ขาซ้ายยาวกว่าขาขวา 5th leg มี 4 ปล้อง ปล้องที่ 2 มี ขน 1 เส้น มีขนละเอียดตลอดเส้น ด้านนอกของปล้องที่ 3 และ 4 มีหนาม 1 อัน และ 3 อันตามลำดับ ลักษณะขอบหยักคล้ายฟันเลื่อย

เพศผู้: antennual ข้างขวาเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเป็น geniculate ส่วน prosome รูปร่างเรียวคล้ายเพศเมีย prosome ไม่มี cephalic hook ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะแหลม ด้านข้างของ 3rd metasome และ 4th metasome มีขนละเอียดปล้องละ 1 เส้น urosome มี 5 ปล้อง ไม่สมมาตร posterolateral end ของ 2nd urosome มีติ่งหนามขนาดเล็ก 5th leg ไม่สมมาตร ขาซ้ายมี 4 ปล้อง ปล้องที่ 2 มี posterior surface setae 1 เส้น ปล้องสุดท้าย ด้านในมีกลุ่มขนละเอียด และมีหนาม 4 อัน ขาขวาปลายมีลักษณะคล้ายก้ามเป็นรอยหยักนาดใหญ่แถวบนและล่างประกบกัน

การกระจาย: พบได้บริเวณอินโดแปซิฟิก มหาสมุทรอินเดีย ทะเลแดง และ Suez canal, ทะเลแคริบเบียน ฝั่งอันดามันชายฝั่งตั้งแต่จังหวัดระนองถึงจังหวัดสตูล ทิศใต้ของเกาะสุรินทร์ใต้ เกาะตารินลา เกาะยาวน้อยและเกาะยาวใหญ่ ปากอ่าวมาหยา หมู่เกาะพีพีและอ่าวไทย อ่าวปากพนังพบบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร ปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 40 *Calanopia eliptica* Dana, 1849 เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; B, rostrum; C,ขาคู่ที่5; เพศผู้: D, ลักษณะลำตัว; E, ขาคู่ที่5

Calanopia australica Bayly and Greenwood, 1966 (รูปที่ 41)

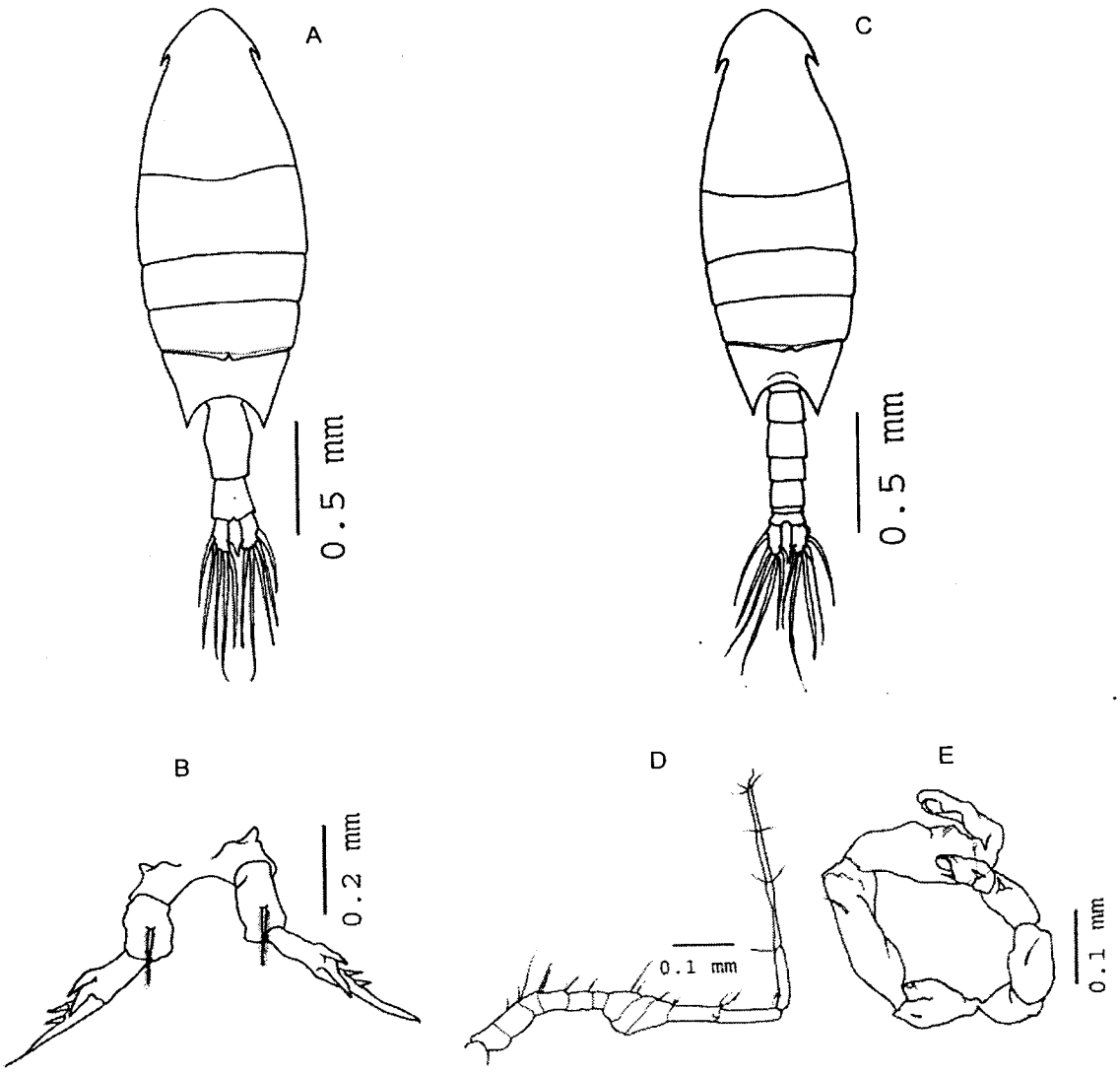
Calanopia thompsoni: Suwanrumpha, 1987, p. 108, fig. 52

Calanopia australica: พรเทพ พรรณรักษ์, 2547, p. 89, fig. 52;

เพศเมีย: ส่วน prosome รูปร่างเรียว prosome มี cephalic hook ส่วน cephalosome กับ 1st metasome ไม่เชื่อมติดกันส่วน 4th metasome และ 5th metasome เชื่อมติดกัน ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะแหลม urosome มี 2 ปล้อง 1st urosome ยาวกว่า 2nd urosome ส่วน 5th leg มี 4 ปล้อง สมมาตรกัน ปล้องที่ 2 จะมี ขน 1 เส้น ด้านนอกของปล้องที่ 3 มีหนาม 2 อัน ลักษณะขอบหยักคล้ายฟันเลื่อย เพศผู้: antennual ข้างขวาเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเป็น geniculate ส่วน prosome รูปร่างเรียวคล้ายเพศเมีย prosome มี cephalic hook ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome มีลักษณะแหลม urosome มี 5

ปล้อง 5th leg ไม่สมมาตร ขาซ้ายมี 4 ปล้อง ปล้องที่ 2 มี posterior surface setae 1 เส้น ปลายมีลักษณะโค้งเป็นตะขอออกด้านนอก

การกระจาย: พบเกาะ Nicobar และประเทศออสเตรเลียบริเวณ Moreton bay, Brisbane estuary ในอ่าวปากพนังพบบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 41 *Calanopia australica* Bayly and Greenwood, 1966 เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; B, ขาคู่ที่5; เพศผู้: C,ลักษณะลำตัว; D,หนวดด้านขวา; E, ขาคู่ที่5

Genus *Centropages* Kröyer, 1848

<u>สัณฐานวิทยาของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอด Genus *Centropages* Kröyer, 1848</u>

ลักษณะสำคัญ : antennule ข้างขวาเปลี่ยนแปลงไปในเพศผู้ มี 24-25 ปล้อง antennae ส่วนของ coax และ basis มี setae 1 และ 2 ตามลำดับ endopodite มี 2 ปล้อง มี setae 2 และ 13-15 อัน ตามลำดับ exopodite มี 7 ปล้อง mandible มีการพัฒนาของฟันดี basis มี 4 setae endopodite มี 2 ปล้อง มี setae 3-4 และ 6-8 อัน ตามลำดับ exopodite มี 4 ปล้อง maxilla มีการพัฒนาดี (Boltovskoy, 1999)

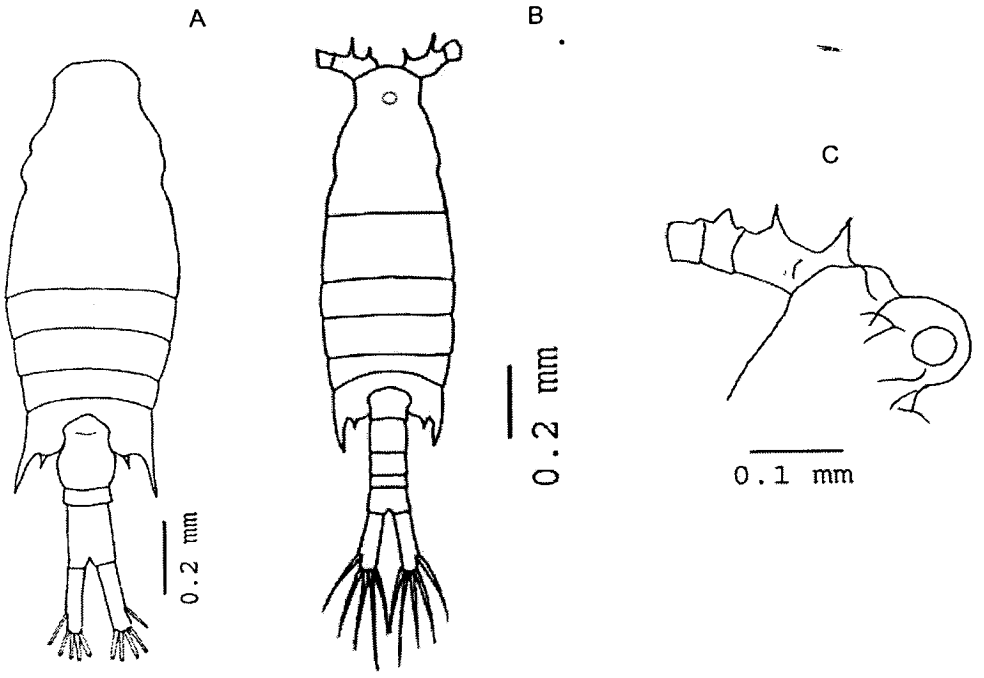
Centropages furcatus Dana, 1849 (รูปที่ 42)

Centropages furcatus: Tanaka, 1963, p. 9 ; Suwanrumpha, 1987, p.85 fig. 29; Boltovskoy, 1999, p. 1059, fig.7.342; Pinkaew, 2003, p. 70, fig. 14; Mulyadi, 2004, p. 129, fig. 73; พรเทพ พรรณรักษ์, 2547, p. 77, fig. 14; Conway *et al.*, 2003, p. 117; ณัฐวดี ภูคำ, 2551, p. 69, fig. 25

เพศเมีย: antennule มี 24 ปล้อง ด้านหน้าของปล้องที่1,2 และปล้องที่ 5 มีหนามขนาดใหญ่ปล้องละ 1 อัน posterolateral end ของ 5th metasome สมมาตรกันมีลักษณะเป็นหนามแหลมขนาดใหญ่ด้านข้าง ด้านในเป็นหนามขนาดเล็ก cephalosome มีเลนส์อยู่ตรงกลาง 1 เลนส์ 1st และ 3rd urosome สั้นกว่า 2nd urosome ส่วน caudal rami เรียวยาวและไม่สมมาตรกันโดยด้านซ้ายเล็กและสั้นกว่าด้านขวาเล็กน้อย ส่วน 5th leg ด้านในของ exopod ปล้องที่ 2 มีลักษณะเป็นหนามขนาดใหญ่ยาวประมาณครึ่งหนึ่งของ exopod ปล้องที่ 3

เพศผู้: รูปร่างคล้ายเพศเมีย antennule ปล้องที่ 15 และ 16 มีลักษณะเป็นหยักคล้ายฟันเลื่อยซี่เล็ก ๆ ส่วน posterolateral end ของ 5th metasome ไม่สมมาตรกันมีลักษณะเป็นหนามแหลมคล้ายขนาดใหญ่ด้านข้าง ด้านในเป็นหนามขนาดเล็กกว่า ด้านซ้ายยาวกว่าด้านขวาเล็กน้อย urosome มี 5 ปล้อง ส่วน caudal rami เรียวยาวและสมมาตรกัน 5th leg ไม่สมมาตรกัน ขาขวาปล้องที่ 2 และ 3 มีลักษณะเป็นก้าม ส่วนปลายโค้งงอ ขาซ้าย exopod ปล้องที่ 2 ที่ส่วนปลายมีหนาม 3 อัน

การกระจาย: พบได้ทั่วไปทั้งเขตร้อนและเขตอบอุ่น ทางตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก ชายฝั่งประเทศอินโดนีเซีย และมาเลเซีย อันดามันพบได้ตั้งแต่ชายฝั่งจังหวัดระนองถึงจังหวัดสตูล หมู่เกาะช้าง-พะยาม หมู่เกาะสุรินทร์ หมู่เกาะสิมิลัน หมู่เกาะพีพี หมู่เกาะอาดัง-ราวี อ่าวไทยบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง และชายฝั่งศรีราชา ในอ่าวปากพนังพบบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 42 *Centropages furcatus* Dana, 1849 เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; เพศผู้: B, ลักษณะลำตัว; C, prosome

4 . Detritivorous copepod เป็นโคพีพอดกลุ่มที่กินเศษซากเป็นอาหาร โดยมีการพัฒนาส่วนของปากเพื่อเลือกกินสารอาหารจากเศษซาก *Microsetella norvegica, M. rosea, Euterpina acutifrons, Clytemnestra rostrata*

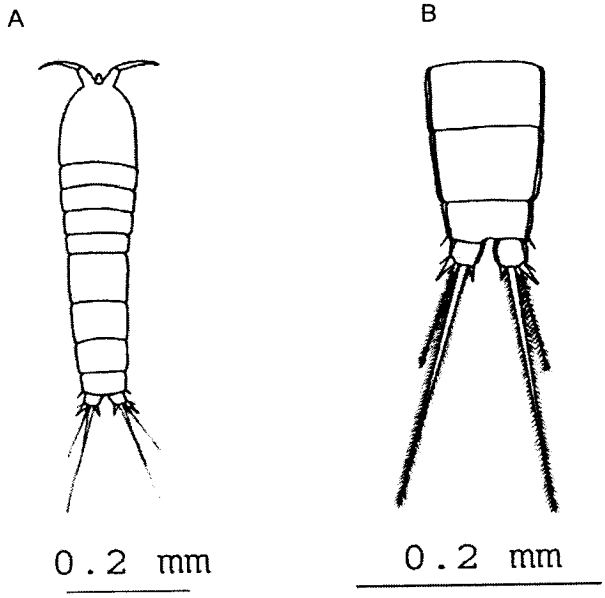
Microsetalla norvegica Boeck, 1864 (รูปที่ 43)

Microsetalla norvegica: Suwanrumpha, 1987, p. 133, fig. 77; Huys *et al.*, 1996, p. 185, fig. 73 D-E; Conway *et al.*, 2003, p. 216; Boltovskoy, 1999, p.1081, fig. 7.437; สุนีย์ สุวภีพันธ์, 2529, fig. 42.2;พรเทพ พรรณรักษ์, 2547, p. 111, fig. 67

เพศเมีย: ลำตัวเป็นรูปเรียวคล้ายกระสวย rostrum สั้นและโค้งลง urosome มีหนามขนาดเล็กโดยรอบ ส่วน caudal ramus ความยาวเท่ากับความกว้าง มี setae ยาว มีความยาวใกล้เคียงกับความยาวลำตัว 1st leg ถึง 4th leg เป็นแบบ biramous มี 3 ปล้อง endopod ยาวกว่า exopod 5th leg สมมาตรกัน โดยขนด้านในจะสั้นกว่าขนเส้นอื่นๆ

เพศผู้: ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้

การกระจาย : พบได้ทั่วไปในมหาสมุทรแปซิฟิก มหาสมุทรแอตแลนติก มหาสมุทรอินเดีย มหาสมุทรอาร์กติกและมหาสมุทรแอนตาร์กติก,Rodrigues, Seychelles, Zuza, Madagascar, polar sea, อ่าวเบงกอล, ชายฝั่งตะวันตกของเพนนีซุลา มาเลเซีย, ทางตอนใต้และตะวันออกของทะเลจีน, น่านน้ำไทยพบในบริเวณ ชายฝั่งจังหวัดตรัง, อ่าวไทยและป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม ในอ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลนได้แก่ ป่าลำพู ป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อ บริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร ปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 43 *Microsetella norvegica* Boeck, 1864 เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; B, urosome

Microsetalla rosea Dana, 1948 (รูปที่ 44)

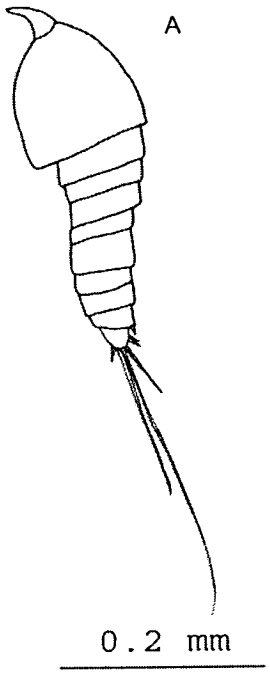
Microsetalla rosea: Owre and Foyo ,1967, p. 105, fig. 761-763; Suwanrumpha, 1987, p. 134, fig. 78; Huys *et al.*, 1996, p. 185, fig. 73 D-E; Conway *et al.*, 2003, p. 215; Boltovskoy, 1999, p.1081, fig. 7.438; สุนีย์ สุวภีพันธ์, 2529, fig. 41.3

เพศเมีย: บางครั้งตัวอาจจะมีสีชมพู หรือสีแดง รูปร่างเรียวคล้าย *M. norvegica* โดย 2nd, 3rd และ 4th metasome และ urosome ทั้ง 3 ปล้องมีหนามขนาดเล็กโดยรอบปล้อง furca เส้นที่ 2 มียาวมาก ยาวกว่าความยาวของลำตัว 5th leg ขน 2 เส้นด้านในมีความยาวเท่ากัน

เพศผู้: ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้

การกระจาย : พบได้ทั่วไปเช่น polar sea, อ่าวเบงกอล, น่านน้ำของประเทศมาเลเซีย, ทางตอนใต้และตะวันออกของทะเลจีน, ทะเลจาวา, ทะเลฟลอรีส, ทะเลบันดา, ทะเลซูลู, Arafura sea, Rodrigues, Seychelles, Zuza,

Madagascar น่านน้ำไทยพบในบริเวณอ่าวไทย อ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง ป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อ บริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร และปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 44 *Microsetella rosea* Dana, 1948 เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว

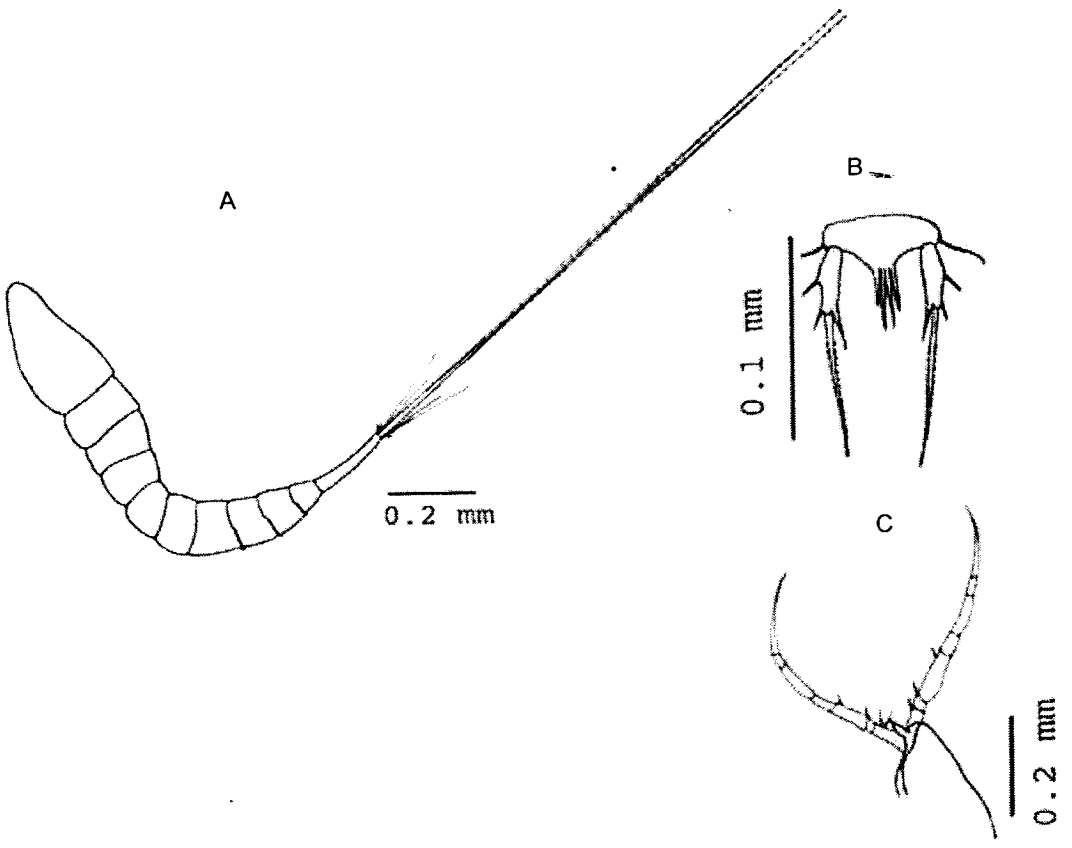
Macrosetella gracilis Dana, 1848 (รูปที่ 45)

Macrosetella gracilis: สุนีย์ สุวภีพันธ์, 2529, fig. 42.1

เพศเมีย: antennule มี 8 ปล้อง baseoendopod ของ 5^{th} leg มี 4 เส้น exopod มี 2 เส้น

เพศผู้: ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้

การกระจาย: พบได้ตั้งแต่เขตร้อนถึงเขตอบอุ่นของทุกมหาสมุทร, อ่าวเบงกอล, น่านน้ำของประเทศมาเลเซีย, ทางตอนใต้และตะวันออกของทะเลจีน, ทะเลฟลอรีส, ทะเลบันดา, Celebes sea, Arafura sea, Coral sea และอ่าวไทย อ่าปากพนังพบบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร



รูปที่ 45 *Macrosetella gracilis* Dana, 1848 เพศเมีย : A, ลักษณะลำตัว; B,ขาคู่ที่ 5 ; C, rostrum

Euterpina acutifron Dana,1848 (รูปที่ 46)

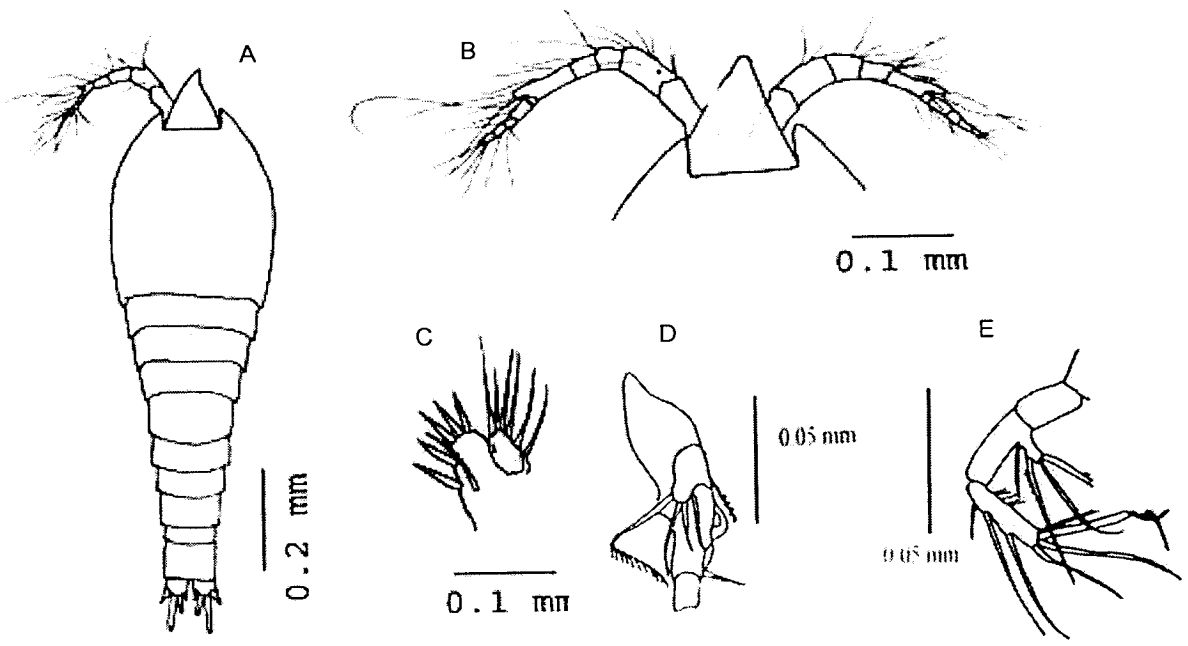
Euterpina acutifron; Huys *et al.*, 1996, p. 217-219, fig. 85-86; Conway *et al.*, 2003, p. 215; Boltovskoy, 1999, p.1082, fig. 7.443;

Euterpe acutifron; สุนีย์ สุวภีพันธ์, 2529, fig. 41.2; Suwanrumpha, 1987, p. 137, fig. 81

เพศเมีย: antennule มี 7 ปล้อง cephalosome กับ 1st metasome เชื่อมติดกัน rostrum ใหญ่และแหลมเป็นแบบ uniramous ส่วนหน้ามี 6 ปล้อง และส่วนท้ายมี 4 ปล้อง anal segment สั้น caudal ramus ยาวมากกว่าความกว้าง 1st leg เป็นแบบ biramous มี 2 ปล้อง ส่วน 2nd ถึง 4th leg มี 3 ปล้อง 5th มี 1 ปล้อง เป็นแผ่นแบน ส่วนปลายมีหนาม 4 อัน และมีหนามอีก 1 อัน ด้านนอก

เพศผู้: ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้

การกระจาย: พบได้ตั้งแต่เขตร้อนถึงเขตอบอุ่นของมหาสมุทรแปซิฟิก มหาสมุทรแอตแลนติก, ชายฝั่งตะวันตกของเพนนีซุลา มาเลเซีย, อ่าวไทย, อ่าวเบงกอล,ทางตอนใต้และตะวันออกของทะเลจีน, ทะเลบันดา, ทะเลจาวา อ่าวปากพนังพบบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร ปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 46 *Euterpina acutifron* Dana,1848 เพศเมีย: A, ลักษณะลำตัว; B, Antennule; C,ขาคู่ที่5; D, mandible; E, maxilliped (รูป D-E ที่มา: Pinkaew, 2003)

Genus *Clytemnestra* Dana, 1847

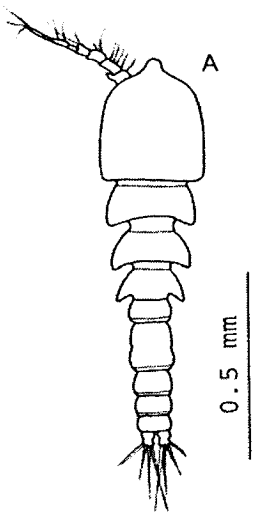
สัณฐานวิทยาของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอด Genus *Clytemnestra* Dana, 1847

ลักษณะสำคัญ : antennule มี 7 ปล้องทั้งสองเพศ antenna มี setae 2 เส้นที่ exopod

Clytemnestra rostrata (รูปที่ 47)

Clytemnestra rostrata: บัณฑิต สิขัณฑกสมิต, 2545, p.65, fig 26 n

การกระจาย: ป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม อ่าวปากพนังพบบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากคลองปากนคร ปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 47 *Clytemnestra rostrata* เพศเมีย; A, ลักษณะลำตัว

5. **Parasitic copepods** โคพีพอดในสกุล *Caligus* ดำรงชีวิตเป็นปรสิตภายนอกของปลา

Genus *Caligus*

<u>สัณฐานวิทยาของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอด Genus *Caligus*</u>

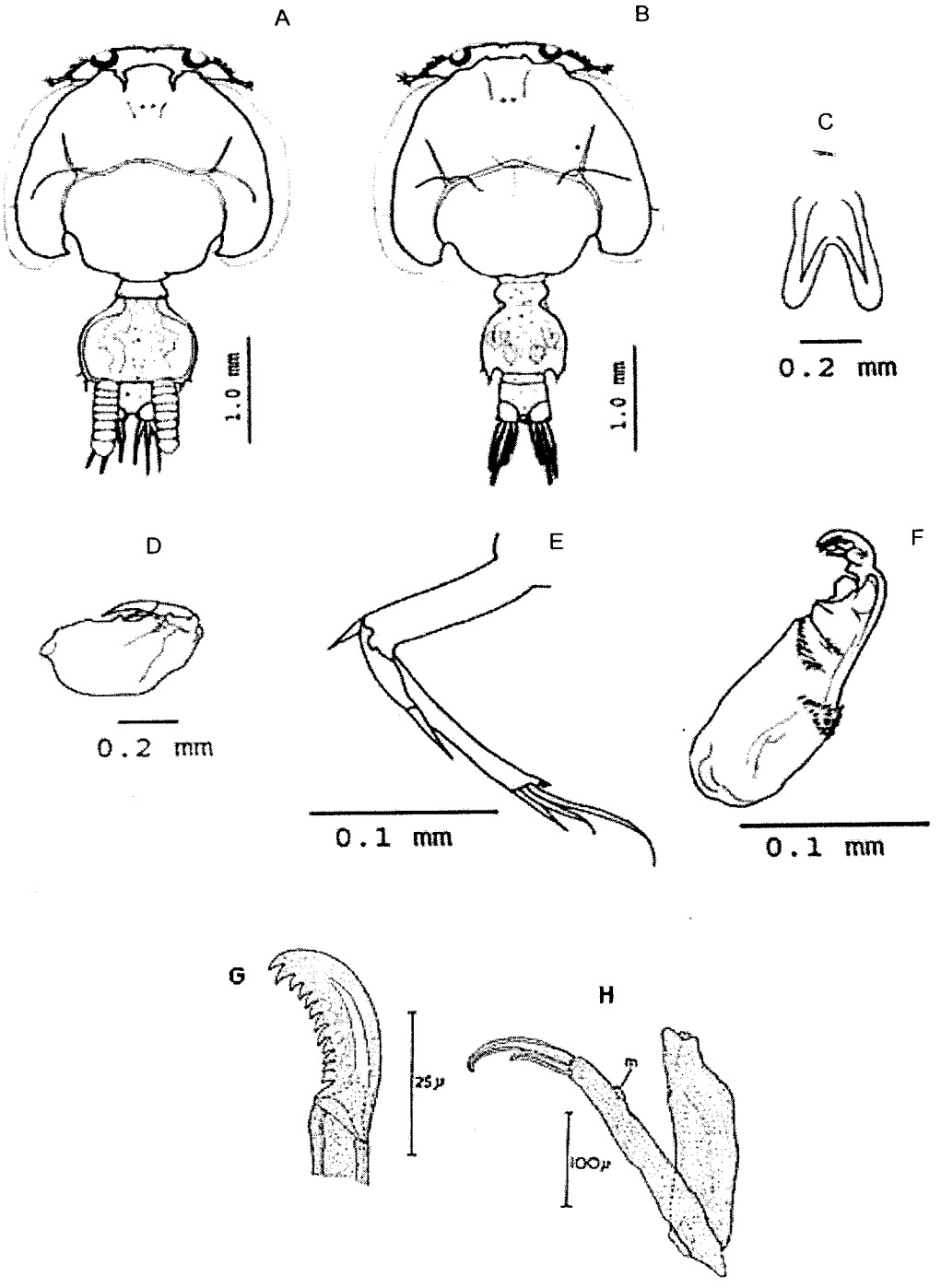
ลักษณะสำคัญ: antennule สั้นมี 2 ปล้องมี lunules 1 คู่

Caligus sp. (รูปที่ 48)

เพศเมีย: antennule สั้นมี 2 ปล้อง มีหนาม 15 อันที่ปล้องที่ 1 ส่วนปลายปล้องที่ 2 มีหนาม 5 อัน มี lunules 1 คู่ ส่วน cephalothorax ความยาวใกล้เคียงความกว้าง ตรงกลางนูน ขอบด้านข้างมีเยื่อบางใสยาวตลอด cephalothorax ส่วน genital segment กว้างลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยม มุมด้านล่างมีหนามเล็ก 3 อัน abdomen สั้น ส่วน cardal rami แยกจากกัน มีถุงไข่

เพศผู้: คล้ายเพศเมีย antennule สั้นมี 2 ปล้อง มีหนาม 15 อันที่ปล้องที่ 1 ส่วนปลายปล้องที่ 2 มีหนาม 5 อัน มี lunules 1 คู่ ส่วน cephalothorax ความยาวใกล้เคียงความกว้าง ตรงกลางนูน ขอบด้านข้างมีเยื่อบางใสยาวตลอด cephalothorax ส่วน genital segment แคบกว่าเพศเมีย posterolateral end ของ genital segment มีลักษณะเว้าปลายแหลมมีหนามเล็ก 3 อัน อยู่ตรงมุม abdomen สั้น ส่วน cardal rami แยกจากกัน

การกระจาย: ในอ่าวปากพนังพบบริเวณป่าชายเลน ได้แก่ ป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง ป่าลำพู ป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อ บริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ได้แก่ ปากแม่น้ำปากพนัง ปากคลองปากนคร ปลายแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 48 *Caligus* sp. เพศเมีย : A, ลักษณะลำตัว; เพศผู้ : B, ลักษณะลำตัว; C, sternal furca; D, maxilliped; E, ขาคู่ที่ 4; F, antenna; G, mandible; H, tip of mandible (รูป G-H ที่มา: Brill, 1968)

สัณฐานวิทยาของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่น

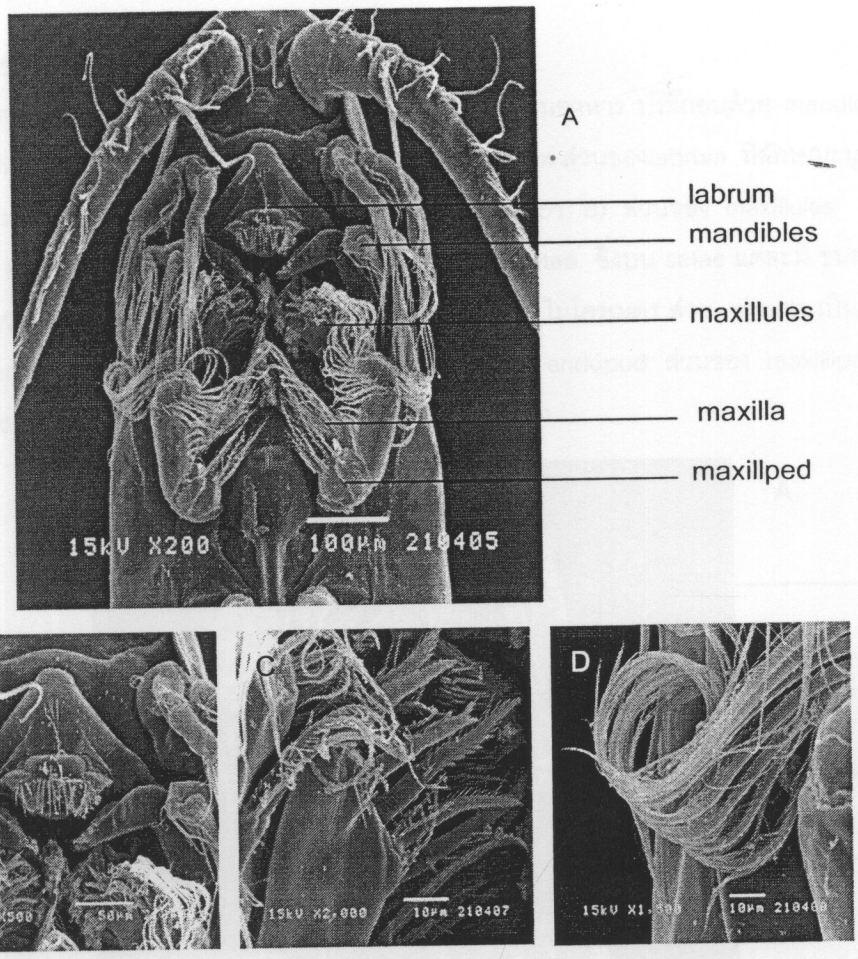
รยางค์ที่สำคัญในการกินอาหารที่สำคัญของโคพีพอดอยู่ในส่วน prosome ประกอบด้วย mandible, maxillules, maxilla, maxillipeds ทำให้เกิดกลไกในการกรองอาหารจากกระแสน้ำ ซึ่งรูปร่างลักษณะของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอดจะเปลี่ยนแปลงไปตามพฤติกรรมในการกินอาหาร สำหรับโคพีพอดชนิดเด่นในบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช 3 ชนิด ได้แก่ *Pseudodiaptomus annandalei*, *Pseudodiaptomus* sp. และ *Acartia sinjiensis* เป็นโคพีพอดที่กรองกิน รยางค์ส่วน maxillules, maxilla, maxillipeds ประกอบด้วย setae แต่ละ setae มีขนละเอียดคล้ายขนนกช่วยในการคัดกรองอาหารตามขนาดที่ต้องการ รยางค์ในการกินอาหารที่สำคัญของโคพีพอดมีความแตกต่าง ดังนี้

โคพีพอด *Pseudodiaptomus annandalei*

รูปร่างสัณฐานของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีอดในส่วน mandibles เป็นรยางค์แบบ biramous ที่หน้าที่บดหรือฉีกอาหาร อยู่สองข้างของปาก โดยอยู่ระหว่างปาก หรือ labrum และ labium ลักษณะของ labrum ส่วนฐานมีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม ส่วนฐานสามเหลี่ยมของ labium ด้านบนมีลักษณะนูนเป็นพู 3 พู บนพูทั้ง 3 มีลักษณะคล้ายหนาม เรียว ยาว (รูปที่ 49 B) ส่วน maxillules เป็นรยางค์ขนาดเล็กแบบ biramous อยู่ใต้ปาก ส่วน exopod มี protopod บน endopodite มีพู ขอบพูมี setae คล้ายขนนก ระยะระหว่างขนละเอียดแต่ละเส้นประมาณ 1 ไมโครเมตร (รูปที่ 49 D) ซึ่งเหมาะสมในการกรองกินของโคพีพอด ขอบในของ coxa มีก้านซึ่งเป็นฟันเลื่อย (รูปที่ 49 C) ส่วน maxilla เป็นรยางค์ขนาดเล็กแบบ uniramous ประกอบด้วย protopod เจริญดี 2 ปล้อง และ endopod อีก 5 ปล้อง บน endopod ส่วนของ maxillipeds ทำหน้าที่กินอาหาร ประกอบด้วย protopod 2 ปล้อง และ endopods 2 ปล้อง

โคพีพอด *Pseudodiaptomus* sp.

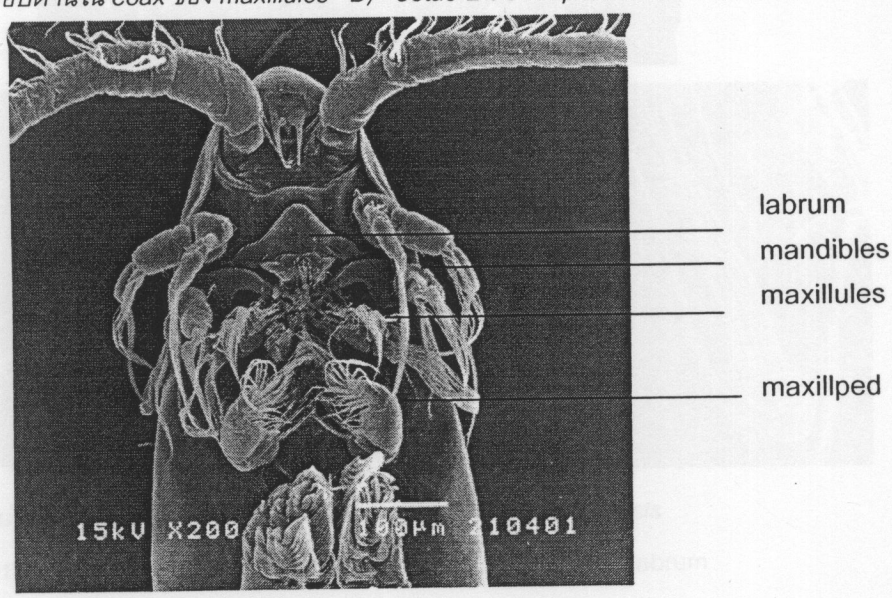
สัณฐานของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีอด *Pseudodiaptomus* sp. คล้ายกับโคพีพอดชนิด *P. annandalei* คือ mandibles เป็นรยางค์แบบ biramous โดยอยู่ระหว่าง labrum ซึ่งลักษณะของ labrum ของ *Pseudodiaptomus* sp. ฐานมีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม ด้านบนฐานสามเหลี่ยมของ labium มีลักษณะพู 3 พู บนพูมีลักษณะคล้ายหนาม เส้นเรียวบาง สั้นกว่าของ *P. annanalei* (รูปที่ 50) ส่วน maxillules เป็นรยางค์ขนาดเล็กแบบ biramous ส่วน endopodite มีลักษณะเป็นพู มี setae คล้ายขนนก เป็นขนละเอียดแต่ละเส้นห่างกันประมาณ 1 ไมโครเมตร coxa มีก้านหยักเป็นฟันเลื่อย ส่วน maxilla เป็นรยางค์ขนาดเล็กแบบ uniramous ส่วนของ maxillipeds ทำหน้าที่กินอาหาร ประกอบด้วย protopod 2 ปล้อง และ endopods 2 ปล้อง



รูปที่ 49 สัณฐานวิทยาโครงสร้างในการกินอาหารของโคพีพอด *Pseudodiaptomus annandalei*

A) รยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอด สกุล *Pseudodiaptomus* B) Labrum

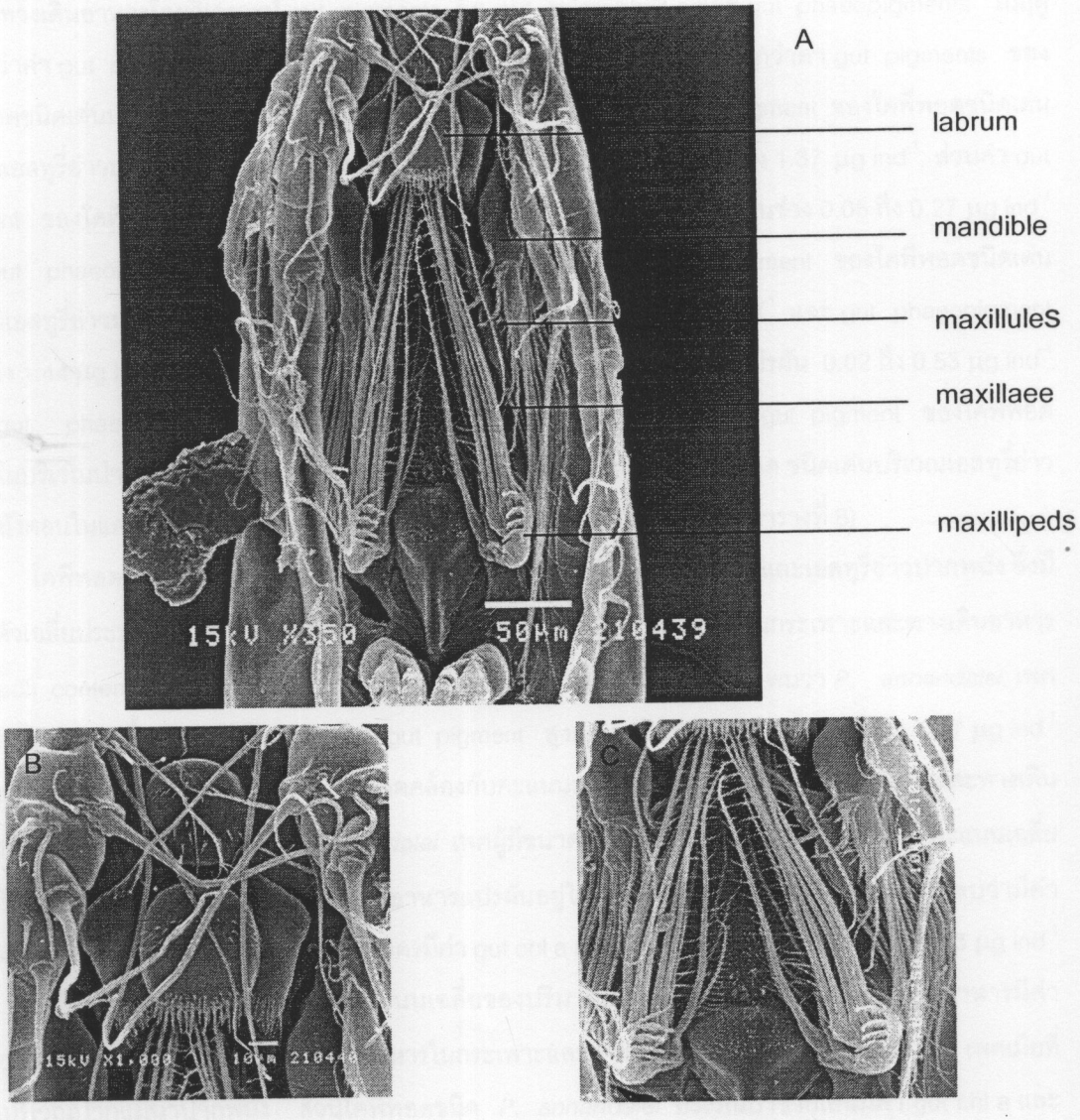
C) ขอบด้านใน coax ของ maxillules D) Setae บน endopodite ของ maxillules



รูปที่ 50 สัณฐานวิทยาโครงสร้างในการกินอาหารของโคพีพอด *Pseudodiaptomus* sp.

โคพีพอดชนิด *Acartia sinjiensis*

โคพีพอดชนิด *Acartia sinjiensis* มีรยางค์ในการกินอาหาร ประกอบด้วย mandibles เป็นรยางค์แบบ biramous พบว่าส่วนฐานของระหว่าง labrum และ labium ส่วนของlabrum มีลักษณะนูนเป็นพูค่อนข้างกลม จำนวน 3 พู ด้านล่างของพูมีกลุ่มหนามเรียวเล็ก (รูปที่ 51 B) ส่วนของ maxillules เป็นรยางค์แบบ biramous อยู่ใต้ labrum และ labium ส่วนบน maxillules มี setae ซึ่งบน setae แต่ละมี ขนละเอียดคล้ายขนนกตลอดความยาวของ setae ระยะห่างระหว่างขนละเอียด 3 ไมโครเมตร ส่วน maxilla เป็นรยางค์ขนาดเล็กแบบ uniramous ประกอบด้วย protopod และ endopod บน endopod ส่วนของ maxillipeds ทำหน้าที่กินอาหาร ประกอบด้วย protopod 2 ปล้อง และ endopods 2 ปล้อง



รูปที่ 51 สัณฐานวิทยาโครงสร้างในการกินอาหารของโคพีพอด *Acartia sinjiensis*

A) รยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอด *Acartia sinjiensis* B) Labrum

C) Setae บน endopodite ของ maxillules

ข) การกินอาหารโคพีพอดชนิดเด่น

ชนิดของอาหารของโคพีพอดชนิดเด่น ในฤดูฝนและฤดูแล้ง

ชุมชนของโคพีพอดบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีโคพีพอดชนิดเด่น สามชนิด ได้แก่ *Pseudodiaptomus annandalei*, *Pseudodiaptomus* sp. และ *Acartia sinjiensis* พบว่าโคพีพอดทั้ง 3 ชนิดเป็นโคพีพอดกลุ่มกินพืช เนื่องจากเมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสงสีฟ้า บริเวณกระเพาะของโคพีพอดมีการเรืองแสงสีส้ม แสดงว่าอาหารที่โคพีพอดกินน่าจะเป็นแพลงก์ตอนพืชสองกลุ่ม คือ cyanobateria ซึ่งเป็น autotrophic prokaryotes และแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนกลุ่ม haptophytes จากนั้นนำโคพีพอดเพื่อศึกษารงควัตถุในทางเดินอาหารโดยวิเคราะห์ gut pigments คือ gut chlorophyll *a* และ gut phaeopigments ในฤดูฝนพบว่าค่า gut pigments ของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนังสูงกว่าค่า gut pigments ของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณป่าชายเลน โดยค่า gut chl *a* และ gut phaeopigment ของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนังแปรผันอยู่ในช่วง 0.11 ถึง 1.17 $\mu g\ ind^{-1}$ และ 0.22 ถึง 1.37 $\mu g\ ind^{-1}$ ส่วนค่า gut pigment ของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณป่าชายเลน มีค่า gut chl *a* แปรผันอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.27 $\mu g\ ind^{-1}$ และ gut phaeopigment 0.05 ถึง 0.42 $\mu g\ ind^{-1}$ โดยในฤดูแล้งพบค่า gut pigment ของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนัง มีค่า gut chl *a* แปรผันระหว่าง 0.09 ถึง 0.34 $\mu g\ ind^{-1}$ และ gut phaeopigment 0.01 ถึง 1.44 $\mu g\ ind^{-1}$ ส่วนโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณป่าชายเลนมีค่า gut chl *a* แปรผัน 0.02 ถึง 0.53 $\mu g\ ind^{-1}$ และ gut phaeopigment 0.06 ถึง 0.58 $\mu g\ ind^{-1}$ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ gut pigment ของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณป่าชายเลนพบว่ามีค่าต่ำกว่าปริมาณ gut pigment ของโคพีพอด ชนิดเด่นบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนังตอนในและเอสทูรี่อ่าวปากตอนนอกทั้งในฝนและฤดูแล้ง (ตารางที่ 7และตารางที่ 8)

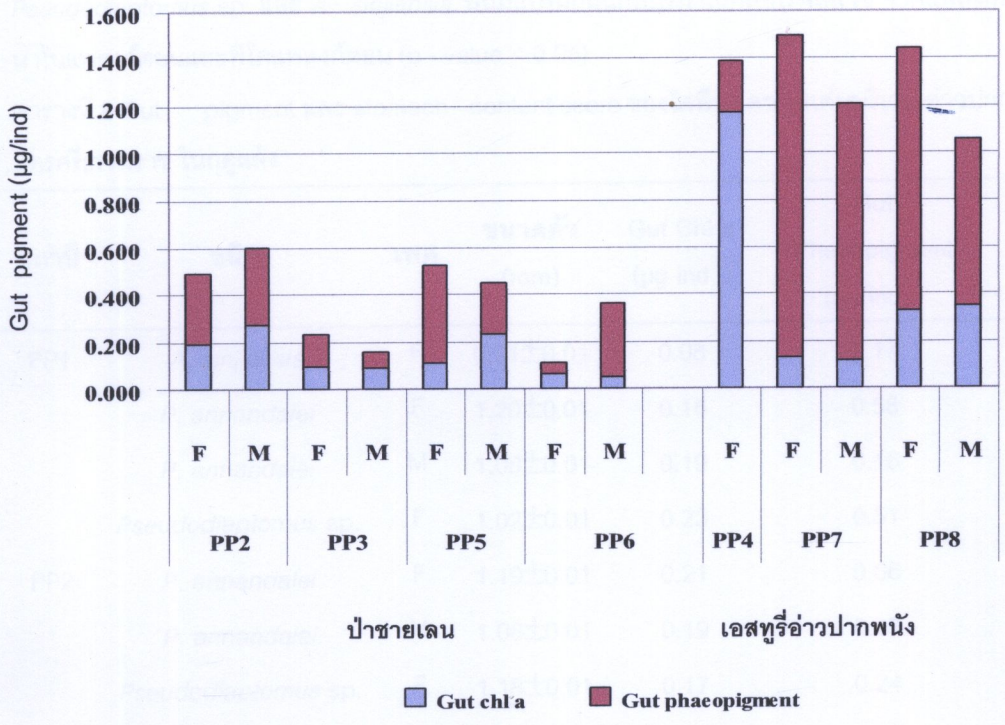
โคพีพอดชนิด *P. annandalei* เพศเมียซึ่งเป็นชนิดเด่นในป่าชายเลนและเอสทูรี่อ่าวปากพนัง ซึ่งมีขนาดตัวเฉลี่ยประมาณ 1.2±0.01 มิลลิเมตร มีคะแนนเฉลี่ยของปริมาณอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหาร (stomach content score) อยู่ระหว่าง 2.00±0.64 ถึง 10.00±0.30 (ตารางที่ 7) พบว่า *P. annandalei* เพศเมียบริเวณปากแม่น้ำปากพนังในฤดูฝนมีค่า gut pigment สูงสุด มีปริมาณ gut chl *a* เท่ากับ 1.17 $\mu g\ ind^{-1}$ และ gut phaeopigment 0.22 $\mu g\ ind^{-1}$ สอดคล้องกับคะแนนเฉลี่ยของปริมาณอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารมีค่า 10.00±0.30 ส่วน *P. annandalei* เพศผู้มีขนาดตัวเฉลี่ย 1.07±0.01 มิลลิเมตร คะแนนเฉลี่ยของปริมาณอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารแปรผันอยู่ในช่วง 2.00±0.72 ถึง 10.00±0.30 พบว่ามีค่า gut pigment สูงสุดบริเวณปากคลองปากนครมีค่า gut chl a และ gut phaeopigment เท่ากับ 0.13 $\mu g\ ind^{-1}$ และ 1.37 $\mu g\ ind^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยของปริมาณอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารมีค่า 10.00±0.30 เท่ากับคะแนนเฉลี่ยปริมาณอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารของ *P. annandalei* เพศเมียที่พบในบริเวณปากแม่น้ำปากพนัง ส่วนโคพีพอดชนิด *P. annandalei* บริเวณป่าชายเลนมีค่า gut chl a และ gut phaeopigment ต่ำกว่า 0.50 $\mu g\ ind^{-1}$ ทั้งในเพศเมียและเพศผู้ (ตารางที่ 7 และรูปที่ 52) ในขณะที่ *A. sinjiensis* เพศเมียมีขนาดตัวเฉลี่ยประมาณ 0.91±0.01 มิลลิเมตร มีคะแนนเฉลี่ยปริมาณอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารเฉลี่ย 2.50±0.93 บริเวณป่าชายเลนคลองโก้งโค้งมีค่า gut chl *a* เท่ากับ 0.14 $\mu g\ ind^{-1}$

และ 0.11 µg ind^{-1} ตามลำดับ ส่วน *Pseudodiaptomus* sp. นั้นพบหนาแน่นเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำปากพนัง มีขนาดตัวเฉลี่ย 1.03±0.01 มิลลิเมตร คะแนนเฉลี่ยปริมาณอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารเท่ากับ 6.50±0.75 มีค่า gut chl *a* และ gut phaeopigment 0.49 µg ind^{-1} และ 0.16 µg ind^{-1} ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 Gut pigment และ stomach content score ของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน

สถานี	ชนิด	เพศ	ขนาดตัว (mm)	Gut Chl *a* (µg ind^{-1})	Gut Phaeopigment (µg ind^{-1})	Stomach content score*
PP1	*A. sinjiensis*	F	0.91±0.01	0.14	0.11	2.50±0.93
PP2	*P. annandalei*	F	1.20±0.01	0.19	0.30	4.00±1.15
	P. annandalei	M	1.08±0.01	0.27	0.33	5.50±0.81
PP3	*P. annandalei*	F	1.19±0.01	0.10	0.13	2.20±0.94
	P. annandalei	M	1.08±0.01	0.09	0.07	2.00±0.72
PP4	*A. sinjiensis*	F	0.90±0.01	1.02	-	10.00±0.75
	P. annandalei	F	1.20±0.01	1.17	0.22	10.00±0.22
	Pseudodiaptomus sp.	F	1.03±0.01	0.49	0.16	6.50±0.75
PP5	*P. annandalei*	F	1.21±0.01	0.11	0.42	5.00±0.68
	P. annandalei	M	1.08±0.01	0.23	0.21	4.50±0.68
PP6	*P. annandalei*	F	1.20±0.01	0.08	0.05	2.00±0.64
	P. annandalei	M	1.07±0.01	0.05	0.31	3.50±0.82
PP7	*P. annandalei*	F	1.20±0.01	0.13	1.37	10.00±0.30
	P. annandalei	M	1.05±0.01	0.11	1.09	10.00±0.30
PP8	*P. annandalei*	F	1.20±0.01	0.33	1.12	10.00±0.30
	P. annandalei	M	1.07±0.01	0.35	0.71	9.50±0.68

*คะแนนเฉลี่ย Stomach content คะแนนเต็ม 10 คะแนน



รูปที่ 52 Gut pigment ของโคพีพอดชนิด *Pseudodiaptomus annandalei* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน (F =เพศเมีย; M= เพศผู้)

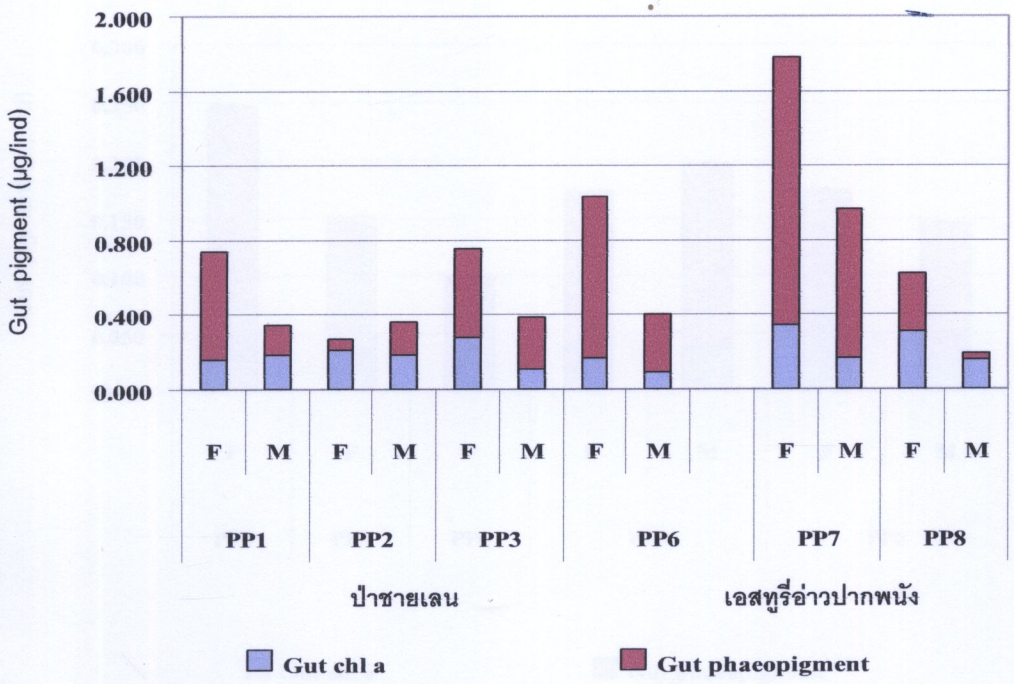
โคพีพอดชนิด *P. annandalei* เพศเมียและเพศผู้ที่พบบริเวณปากคลองปากนครในช่วงฤดูแล้งมีค่า gut pigment สูงกว่าโคพีพอดชนิดเดียวกันในบริเวณอื่น โดยโคพีพอดชนิด *P. annandalei* เพศเมีย มีขนาดตัวเฉลี่ย 1.20±0.01 มิลลิเมตร (ตารางที่ 8) และคะแนนเฉลี่ยปริมาณอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารเท่ากับ 10.00±0.22 มีค่า gut chl *a* เท่ากับ 0.34 µg ind^{-1} และ gut phaeopigment 1.44 µg ind^{-1} ส่วน *P. annandalei* เพศผู้ ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าเพศเมียมีขนาดตัวเฉลี่ย 1.07±0.01 มิลลิเมตร โดยคะแนนเฉลี่ยปริมาณอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารเท่ากับ 9.50±0.51 มีค่า gut chl *a* และ gut phaeopigment เท่ากับ 0.17 µg ind^{-1} 0.79 µg ind^{-1} ตามลำดับ (รูปที่ 53) ในขณะที่ *Pseudodiaptomus* sp. เพศเมียที่พบในบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กที่อยู่ระหว่างคลองบางเปี๊ยะและคลองบางจาก มีค่า gut pigment สูง โดยมีขนาดตัวเฉลี่ย 1.17±0.01 มิลลิเมตร มีคะแนนเฉลี่ยปริมาณอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารเท่ากับ 7.00±0.72 มีค่า gut chl *a* เท่ากับ 0.53 µg ind^{-1} และ gut phaeopigment 0.16 µg ind^{-1} (รูปที่ 54) ส่วนโคพีพอดชนิด *A. sinjiensis* ทั้งเพศผู้และเพศเมียมีค่า gut chl *a* และ gut phaeopigment ต่ำกว่า 0.200 µg ind^{-1} (รูปที่ 55) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอาหารในกระเพาะเฉลี่ยต่ำกว่า 2.50±0.68 (ตารางที่ 8) โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณ gut chl *a* และ gut phaeopigment ใน *P. annandalei*,

Pseudodiaptomus sp. และ *A. sinjiensis* นั้นมีแปรผกผันกับปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนและพิโคแพลงก์ตอน (p - value < 0.05)

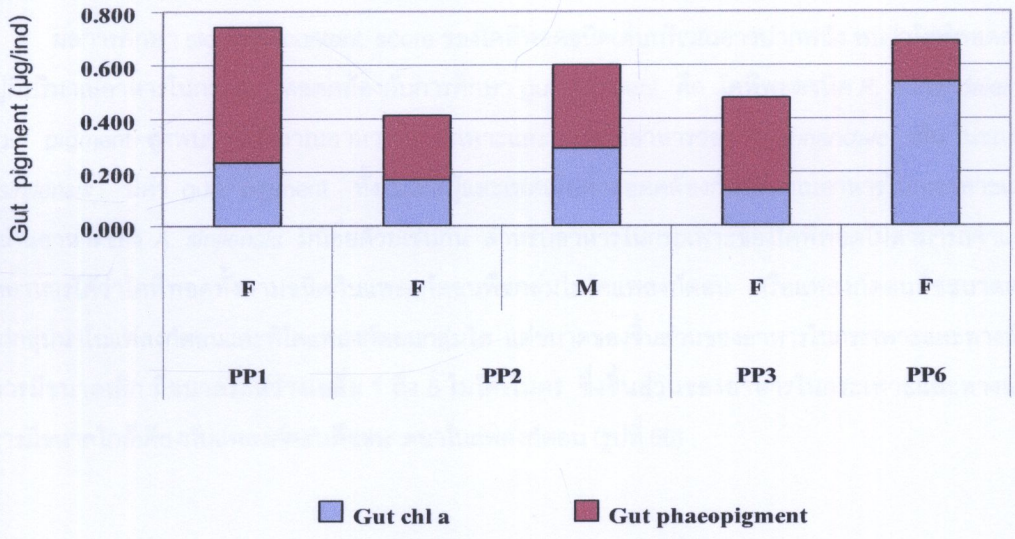
ตารางที่ 8 Gut pigment และ stomach content score ของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง

สถานี	ชนิด	เพศ	ขนาดตัว (mm)	Gut Chl *a* ($\mu g\ ind^{-1}$)	Gut Phaeopigment ($\mu g\ ind^{-1}$)	Stomach content score*
PP1	*A. sinjiensis*	F	0.91±0.01	0.08	0.17	2.50±0.68
	P. annandalei	F	1.20±0.01	0.16	0.58	7.50±0.51
	P. annandalei	M	1.08±0.01	0.19	0.16	3.50±0.93
	Pseudodiaptomus sp.	F	1.02±0.01	0.23	0.51	7.50±0.60
PP2	*P. annandalei*	F	1.19±0.01	0.21	0.06	3.00±0.78
	P. annandalei	M	1.08±0.01	0.19	0.17	3.50±0.51
	Pseudodiaptomus sp.	F	1.18±0.01	0.17	0.24	4.00±0.64
	Pseudodiaptomus sp.	M	1.03±0.01	0.29	0.31	6.00±0.64
PP3	*A. sinjiensis*	F	0.90±0.01	0.12	0.04	1.50±0.68
	P. annandalei	F	1.21±0.01	0.28	0.48	7.50±0.68
	P. annandalei	M	1.06±0.01	0.11	0.28	4.00±0.32
	Pseudodiaptomus sp.	F	1.18±0.01	0.13	0.35	5.00±0.72
PP4	*A. sinjiensis*	F	0.91±0.01	0.09	0.01	1.00±0.45
PP5	*A. sinjiensis*	F	0.92±0.01	0.06	0.12	1.50±0.51
	A. sinjiensis	M	0.82±0.01	0.04	0.16	2.00±0.32
PP6	*A. sinjiensis*	F	0.91±0.01	0.10	0.07	1.50±0.60
	A. sinjiensis	M	0.80±0.01	0.02	0.13	1.50±0.60
	P. annandalei	F	1.19±0.01	0.17	0.86	10.00±0.22
	P. annandalei	M	1.05±0.01	0.09	0.31	4.00±0.55
	Pseudodiaptomus sp.	F	1.17±0.01	0.53	0.16	7.00±0.72
PP7	*P. annandalei*	F	1.20±0.01	0.34	1.44	10.00±0.22
	P. annandalei	M	1.07±0.01	0.17	0.79	9.50±0.51
PP8	*P. annandalei*	F	1.20±0.01	0.31	0.31	6.00±0.72
	P. annandalei	M	1.07±0.01	0.16	0.03	2.00±0.55

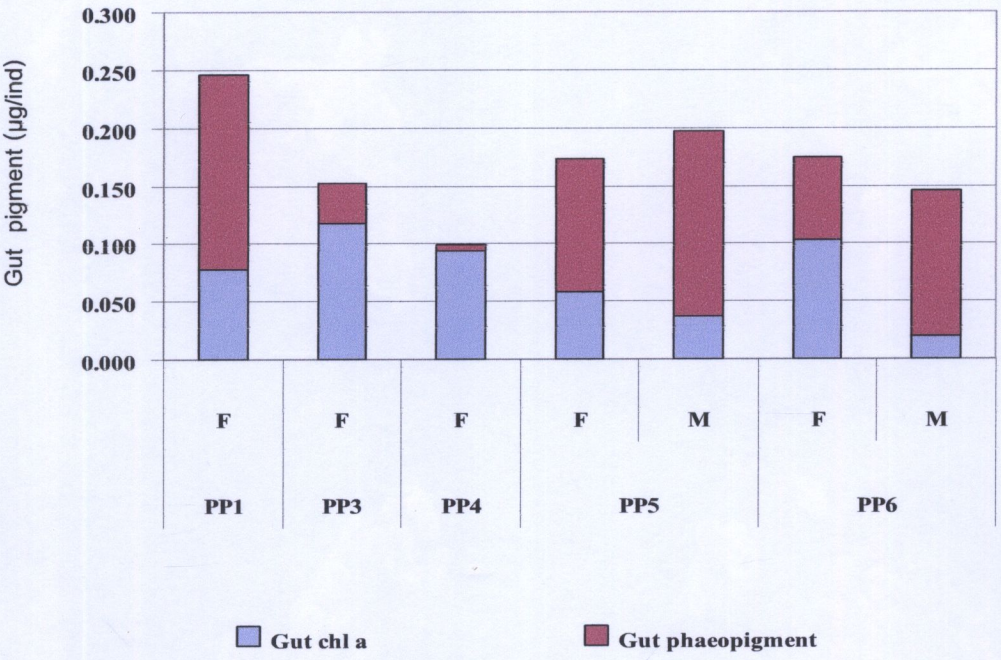
*คะแนนเฉลี่ย Stomach content คะแนนเต็ม 10 คะแนน



รูปที่ 53 Gut pigment ของโคพีพอดชนิด *Pseudodiaptomus annandalei* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง(F =เพศเมีย; M= เพศผู้)

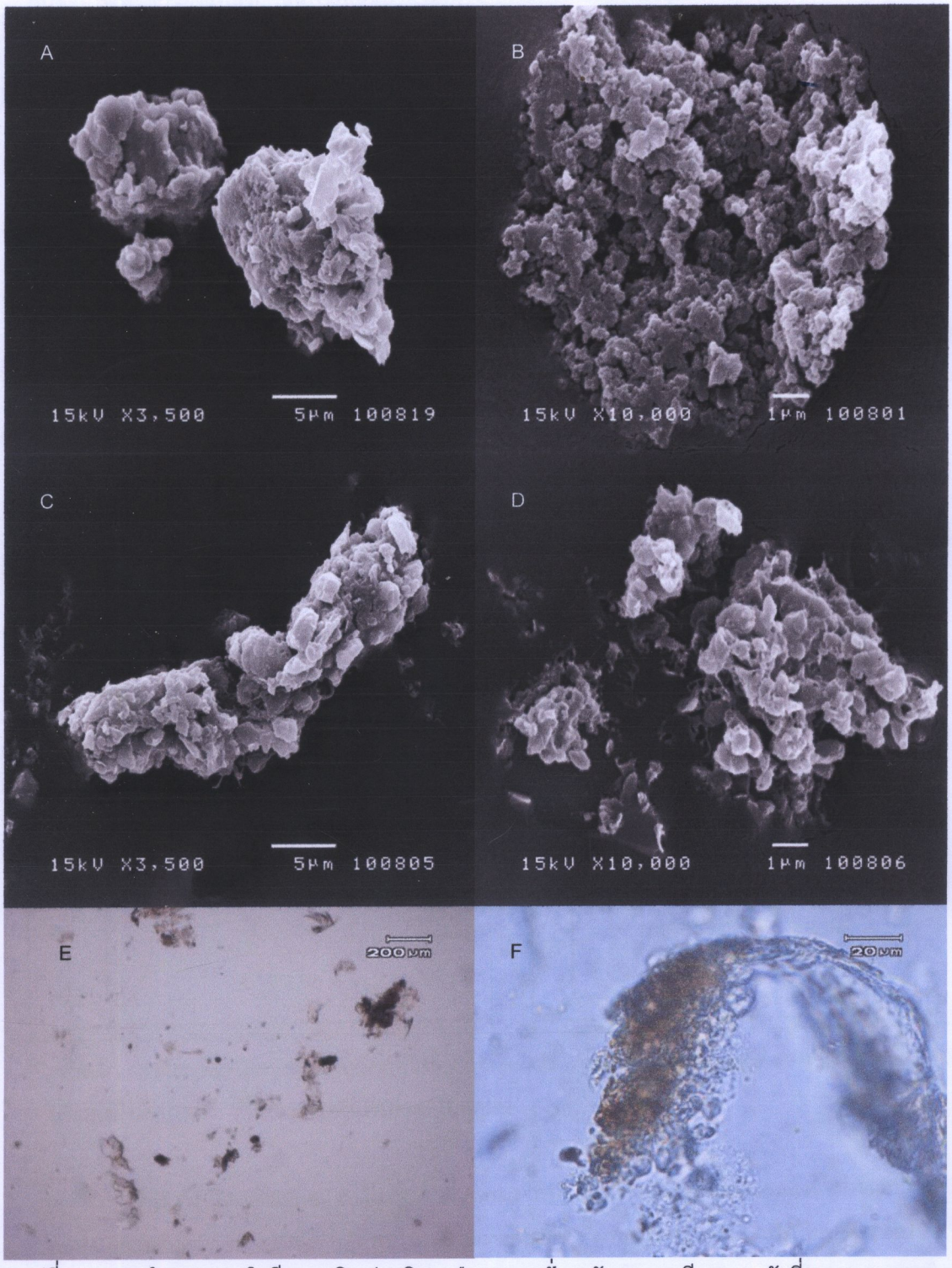


รูปที่ 54 Gut pigment ของโคพีพอดชนิด *Pseudodiaptomus* sp. บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง(F =เพศเมีย; M= เพศผู้)



รูปที่ 55 Gut pigment ของโคพีพอดชนิด *Acartia sinjiensis* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง(F =เพศเมีย; M= เพศผู้)

ผลการศึกษา stomach content score ของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง พบว่าโคพีพอดส่วนใหญ่มีปริมาณอาหารในกระเพาะสอดคล้องกับการศึกษา gut pigment คือ โคพีพอดชนิด *P. annandalei* มีค่า gut pigment สูงพบว่ามีปริมาณอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารของ *P. annandalei* เต็ม ในขณะที่ *A. sinjiensis* มีค่า gut pigment ทั้งในเพศผู้และเพศเมียต่ำสอดคล้องกับปริมาณอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารของ *A. sinjiensis* มีน้อยด้วยเช่นกัน สำหรับอาหารในกระเพาะของโคพีพอดไม่สามารถจำแนกชนิดอาหารได้ว่าโคพีพอดทั้งสามชนิดกินแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไมโคแพลงก์ตอน หรือแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กได้แก่กลุ่มนาโนแพลงก์ตอนและพิโคแพลงก์ตอนกลุ่มใด แต่ขนาดของชิ้นส่วนของอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารมีขนาดเล็ก มีขนาดระหว่างเฉลี่ย 1 ถึง 5 ไมโครเมตร ซึ่งชิ้นส่วนของอาหารในกระเพาะและทางเดินอาหารมีขนาดใกล้เคียงกับแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอน (รูปที่ 56)



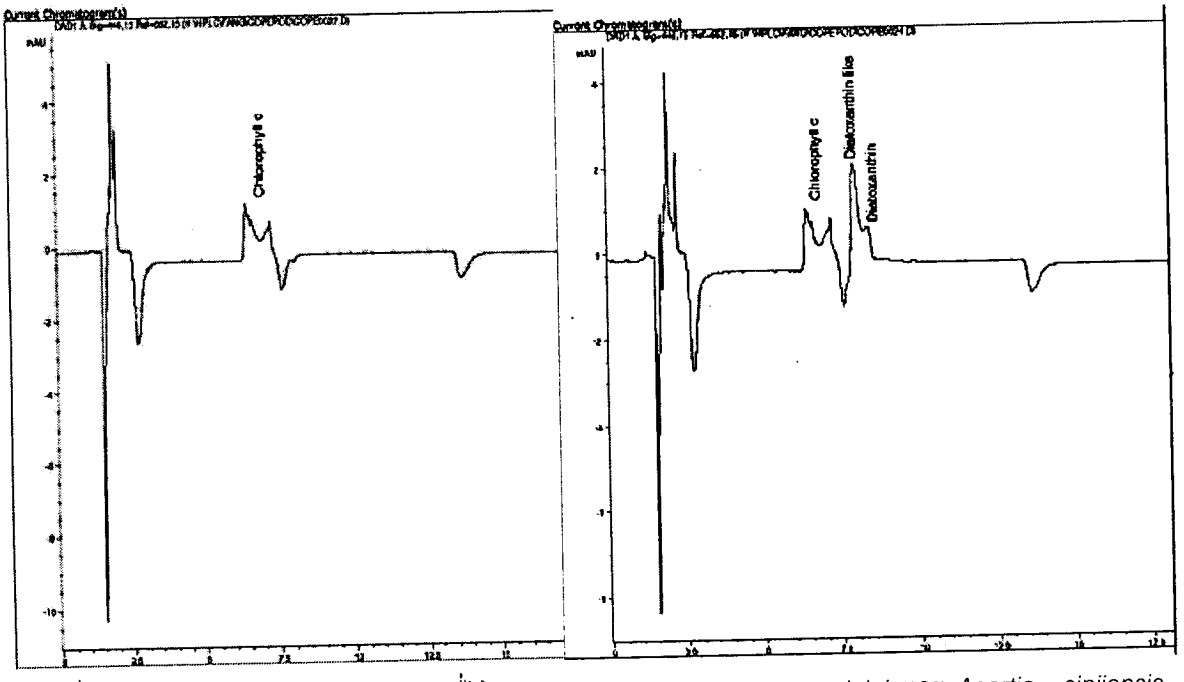
รูปที่ 56 อาหารในกระเพาะโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก สถานี PP 6 วันที่ 24 พ.ค. 2551

A) *Pseudodiaptomus* sp.A Male B) *Pseudodiaptomus* sp.A Female C) *P. annandalei* Male

D) *P. annandalei* Female E) *Acartia sinjiensis* Male F) *Acartia sinjiensis* Female

ชนิดของรงควัตถุของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารของโคพีพอดชนิดเด่น ในฤดูฝนและฤดูแล้ง

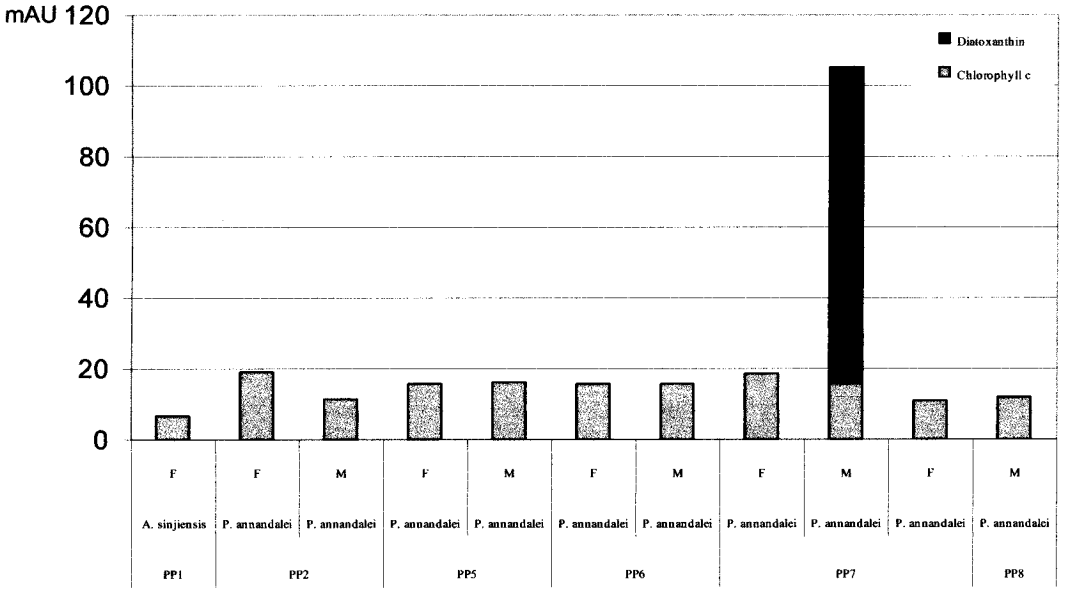
ในการศึกษาครั้งนี้นำโคพีพอดชนิดเด่นทั้งสามชนิด ได้แก่ *Pseudodiaptomus annandalei*, *Pseudodiaptomus* sp. และ *Acartia sinjiensis* มาวิเคราะห์องค์ประกอบของรงควัตถุจากแพลงก์ตอนพืชในกระเพาะอาหารของโคพีพอด เพื่อหารงควัตถุที่สามารถใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มต่างๆ (pigment biomarkers) ด้วยเทคนิค HPLC พบรงควัตถุทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ chlorophyll *c*, diatoxanthin ซึ่งเป็นรงควัตถุที่พบในแพลงก์ตอนพืช Division Chromophyta ซึ่งประกอบด้วย diatom, dinoflagellate, haptophytes และ chrysophytes ในฤดูฝนพบ chromatogram ของรงควัตถุจากโคพีพอดชนิดเด่น *P. annandalei* และ *A. sinjiensis* 2 แบบ ประกอบด้วย chlorophyll *c* และ diatoxanthin (รูปที่ 57) ซึ่งรงควัตถุที่พบใน *P. annandalei* และ*A. sinjiensis* ส่วนใหญ่คือ chlorophyll *c* (รูปที่57 ซ้าย) ส่วน chromatogram ของ *P. annandalei* เพศผู้ในบริเวณปากคลองปากนคร พบรงควัตถุ 2 ชนิด (รูปที่ 57 ขวา) ส่วนโคพีพอดชนิดเด่นทั้งสามชนิดที่พบในฤดูแล้งนั้นพบรงควัตถุเพียงชนิดเดียว คือ chlorophyll *c* (รูปที่ 59)



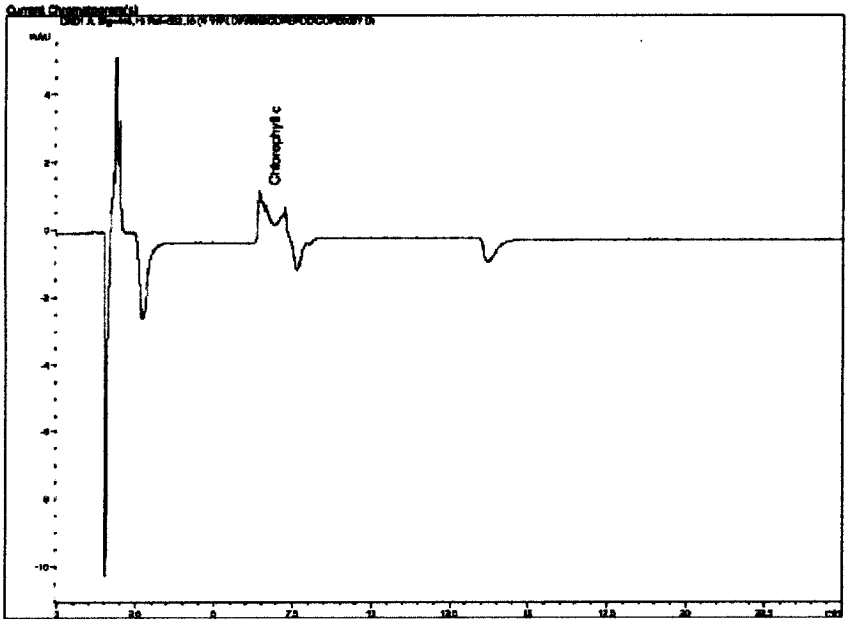
รูปที่57 Chromatogram ของรงควัตถุที่ได้จาก *Pseudodiaptomus annandalei* และ *Acartia sinjiensis* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน

ปริมาณ chlorophyll *c* ใน *A. sinjiensis* เพศเมียบริเวณป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง เท่ากับ 6.700 mAU และปริมาณ chlorophyll *c* ที่พบใน *P. annandalei* ทั้งเพศผู้และเพศเมียแปรผันอยู่ในช่วง 10.819 ถึง 19.200 mAU ซึ่งปริมาณ chlorophyll *c* ที่พบในโคพีพอดชนิด *P. annandalei* เพศเมียมีค่าสูงสุดบริเวณป่าลำพู เท่ากับ 19.200 mAU และ *P. annandalei* เพศผู้บริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึกมีปริมาณ chlorophyll *c* สูงสุดเท่ากับ 16.045 mAU ส่วนปริมาณ chlorophyll *c*,

diatoxanthin ในกระเพาะและทางเดินอาหารของโคพีพอด *P. annandalei* เพศผู้บริเวณปากคลองปากนคร เท่ากับ 15.517 mAU และ 89.864 mAU ตามลำดับ (รูปที่ 58)

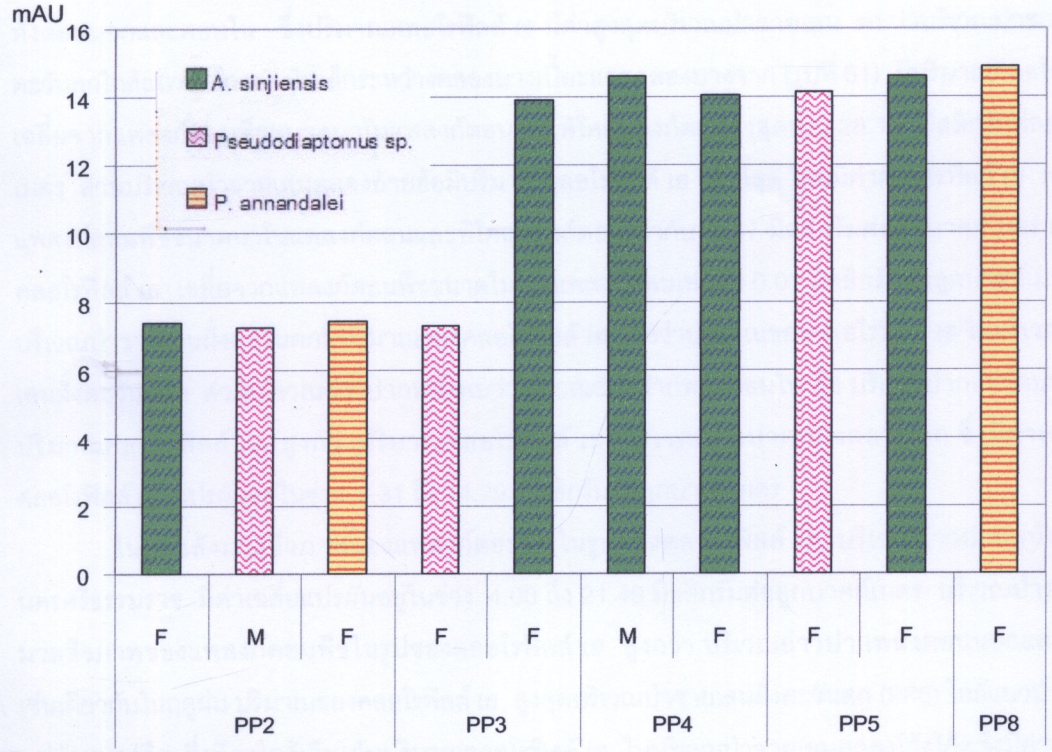


รูปที่ 58 ปริมาณรงควัตถุในกระเพาะและทางเดินอาหารที่พบใน *Pseudodiaptomus annandalei* และ *Acartia sinjiensis* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน



รูปที่ 59 Chromatogram ของรงควัตถุที่ได้จาก *Pseudodiaptomus annandalei* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง

ปริมาณ chlorophyll *c* ที่พบในโคพีพอดชนิดเด่นแปรผันอยู่ในช่วง 7.235 mAU ถึง 14.891 mAU โดยพบว่าปริมาณ chlorophyll *c* ในกระเพาะและทางเดินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นที่พบในบริเวณป่าลำพูและป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อต่ำกว่า 8 mAU ส่วนปริมาณ chlorophyll *c* ที่พบโคพีพอดชนิดเดียวในบริเวณปากแม่น้ำปากพนัง ป่าชายเลนฝั่งตะวันตก (PP5) ใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึก และปลายแหลมตะลุมพุกมีค่าประมาณ 14 mAU ปริมาณ chlorophyll *c* ในกระเพาะและทางเดินอาหารของ *P. annandalei* เพศเมียบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกมีค่าสูงสุดเท่ากับ 14.891 mAU ปริมาณ chlorophyll *c* สูงสุดที่พบใน *A. sinjiensis* บริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก (PP5) ใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึกมีค่าเท่ากับ 14.616 mAU และ *Pseudodiaptomus* sp. พบปริมาณ chlorophyll *c* ในกระเพาะและทางเดินอาหารมีค่าสูงสุดเท่ากับ 14.164 mAU (รูปที่ 60)



รูปที่ 60 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *c* ในกระเพาะและทางเดินอาหารที่พบใน *Pseudodiaptomus annandalei*, *Pseudodiaptomus* sp. และ *Acartia sinjiensis* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง

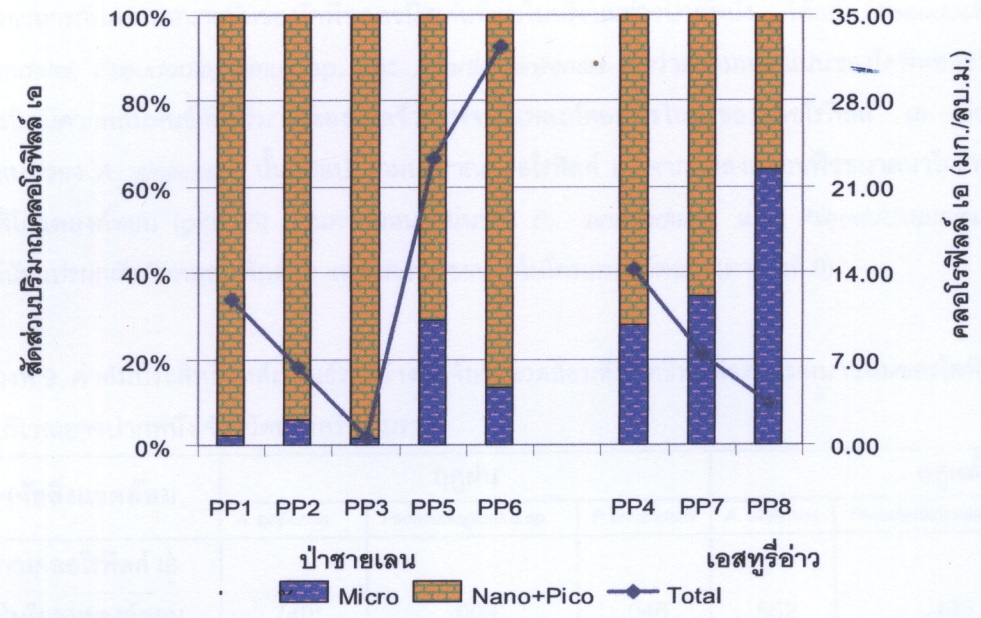
ค) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ

มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช

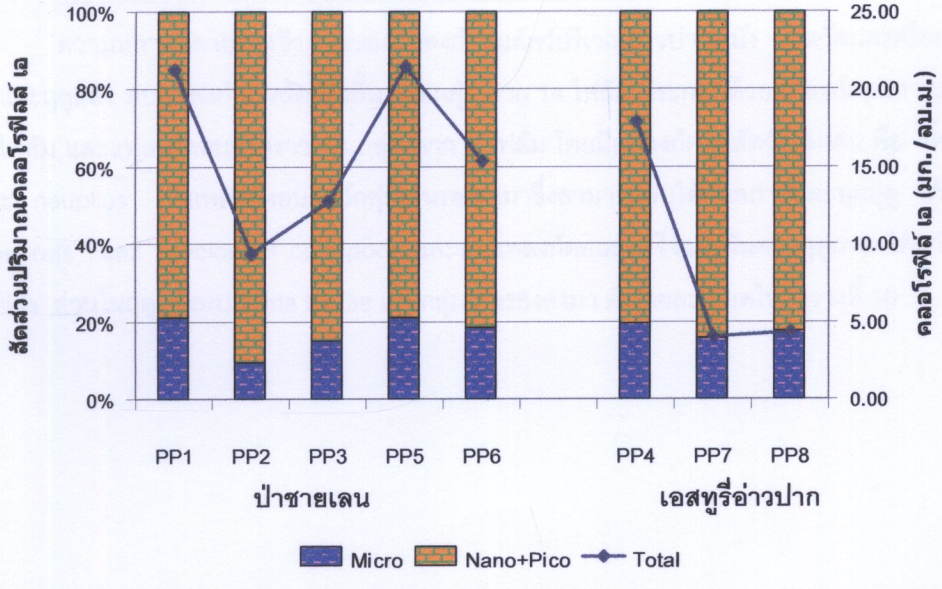
มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ *เอ* ในบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ส่วนใหญ่มาจากแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กว่า 20 ไมโครเมตร ซึ่งประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนและพิโคแพลงก์ตอน มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ *เอ* ในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้ง โดยพบว่ามวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ *เอ* บริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกมีมวลชีวภาพสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

ในฤดูฝนมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ *เอ* แปรผันอยู่ในช่วง 0.67 ถึง 32.47 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในบริเวณป่าชายเลนมีค่าสูงกว่าบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนังทั้งตอนนอกและตอนใน ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* มีค่าสูงสุดบริเวณป่าชายเลน พบว่าบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กระหว่างคลองบางเปี้ยะและคลองบางจาก (รูปที่ 61) มีปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* เฉลี่ยจากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนและพิโคแพลงก์ตอนสูงสุดเป็น 28.15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนบริเวณป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อมีปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ต่ำที่สุด โดยมีค่าคลอโรฟิลล์ *เอ* เฉลี่ยจากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนและพิโคแพลงก์ตอนเท่ากับ 0.67 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าคลอโรฟิลล์ *เอ* เฉลี่ยจากแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกมีปริมาณของคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงกว่าปริมาณของคลอโรฟิลล์ *เอ* ในบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันออก ส่วนบริเวณอ่าวปากพนังพบว่าบริเวณอ่าวปากพนังตอนใน คือ บริเวณปากแม่น้ำปากพนังมีปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงกว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* บริเวณอ่าวปากพนังตอนนอก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของคลอโรฟิลล์ *เอ* แปรผันอยู่ในช่วง 3.31 ถึง 14.29 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ในฤดูแล้งมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ *เอ* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่าเฉลี่ยแปรผันอยู่ในช่วง 4.00 ถึง 21.49 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร บริเวณป่าชายเลนมีมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงกว่า บริเวณอ่าวปากพนังตอนนอกและตอนในเช่นเดียวกับในฤดูฝน ปริมาณของคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงสุดบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก (PP5) ใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึก ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในบริเวณป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ประมาณ 21 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรทั้งสองบริเวณ ส่วนบริเวณอ่าวปากพนังพบว่าปริมาณของคลอโรฟิลล์ *เอ* มีรูปแบบเหมือนในฤดูฝนคือ ปริมาณของคลอโรฟิลล์ *เอ* บริเวณปากแม่น้ำปากพนังมีค่าสูงกว่าปริมาณของคลอโรฟิลล์ *เอ* บริเวณอ่าวปากพนังตอนนอก มีคลอโรฟิลล์ *เอ* เฉลี่ยจากแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนเท่ากับ 3.48 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ ปริมาณของคลอโรฟิลล์ *เอ* จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนและพิโคแพลงก์ตอนเท่ากับ 14.37 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 62)



รูปที่ 61 มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน



รูปที่ 62 มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ซึ่งเป็นตัวแทนของมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารกับความหนาแน่นของโคพีพอดชนิดเด่นที่พบในบริเวณอ่าวปากพนัง ได้แก่ *Pseudodiaptomus annandalei*, *Pseudodiaptomus* sp. และ *Acartia sinjiensis* พบว่าความหนาแน่นของโคพีพอดชนิดเด่นทั้งสามชนิดมีความสัมพันธ์กับปริมาณของมวลชีวภาพจากแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ *เอ* คือ ความหนาแน่นของ *A. sinjiensis* นั้นผันแปรตามปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนและพิโคแพลงก์ตอน ($p<0.05$) ส่วนความหนาแน่นของ *P. annandalei* และ *Pseudodiaptomus* sp. มีแนวโน้มแปรผกผันกับคลอโรฟิลล์ *เอ* แพลงตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอน (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	ฤดูฝน			ฤดูแล้ง		
	A. sinjiensis	*Pseudodiaptomus* sp.	*P.annandalei*	*A. sinjiensis*	*Pseudodiaptomus* sp.	*P. annandale*
ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ*						
กลุ่มไมโครแพลงก์ตอน	.740*	.008	.046	.562	-.405	-.845**
กลุ่มนาโนและ	.875**	-.286	-.217	.670	-.404	-.658
พิโคแพลงก์ตอน						

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ** มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

ความหลากหลายและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์

ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน และฤดูแล้ง พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งสิ้น 45 กลุ่ม จาก 14 ไฟลัม ประกอบด้วยแพลงก์ตอนถาวร 32 กลุ่ม จาก 12 ไฟลัม และแพลงก์ตอนชั่วคราว 13 กลุ่ม จาก 4 ไฟลัม โดยมีแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น คือ โคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นรองลงมาซึ่งสามารถพบได้ทุกสถานีและทุกฤดู ได้แก่ calanoid copepods และ cyclopoid copepods และพบแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งแปรผันตามฤดูกาล ได้แก่ ในฤดูฝน คือ mysids ส่วนในฤดูแล้งพบ alima larvae เป็นกลุ่มเด่นรองลงมา ดังรายละเอียดในตารางที่ 10

ตารางที่10 กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณป่าชายเลนและอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ไฟลัม	กลุ่ม	สถานี							
		PP1	PP2	PP3	PP4	PP5	PP6	PP7	PP8
Protozoa	Class Rhizopoda								
	Foraminiferida	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
	Class Ciliata								
	Tintinnida	-	-	-	✓	✓	✓	-	✓
Cnidaria	Class Hydrozoa								
	Hydromedusae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Siphonophores	-	-	-	-	-	-	-	✓
Ctenophora	Ctenophore larvae	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓
Nemertea	Pilidium larvae	-	✓	✓	-	✓	-	✓	✓
Platyhelminthes	Turbellaria larvae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Phoronida	Actinotrocha larvae	✓	✓	✓	-	-	-	-	✓
Nematoda	Nematodes	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
Annelida	Class Polychaeta								
	Polychaete larvae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rotifera	Rotifers	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bryozoa	Cyphonautes larvae	✓	-	-	✓	-	-	-	-
Arthropoda	Class Crustacea								
	Cladocerans	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ostracods	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Cirripedia larvae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Copepod nauplii	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ตัวอ่อนแมลง	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-
	Mysids	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Lucifer	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
	Lucifer larvae	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
	Shrimp larvae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Zoea of crabs	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Crabs megalopa	✓	✓	-	-	✓	-	✓	✓
	Alima larvae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Chaetognatha	Chaetognaths	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ไฟลัม	กลุ่ม	สถานี							
		PP1	PP2	PP3	PP4	PP5	PP6	PP7	PP8
Mollusca	Gastropod larvae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Bivalve larvae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Echinodermata	Ophiopluteus larvae	-	✓	-	-	✓	✓	✓	✓
	Bipinnaria larvae	-	✓	-	-	✓	-	✓	✓
	Echinopluteus larvae	-	✓	-	-	-	-	-	✓
Chordata	Larvaceans	✓	✓	-	✓	-	-	✓	✓
	Fish larvae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Fish eggs	-	-	-	-	-	-	✓	✓

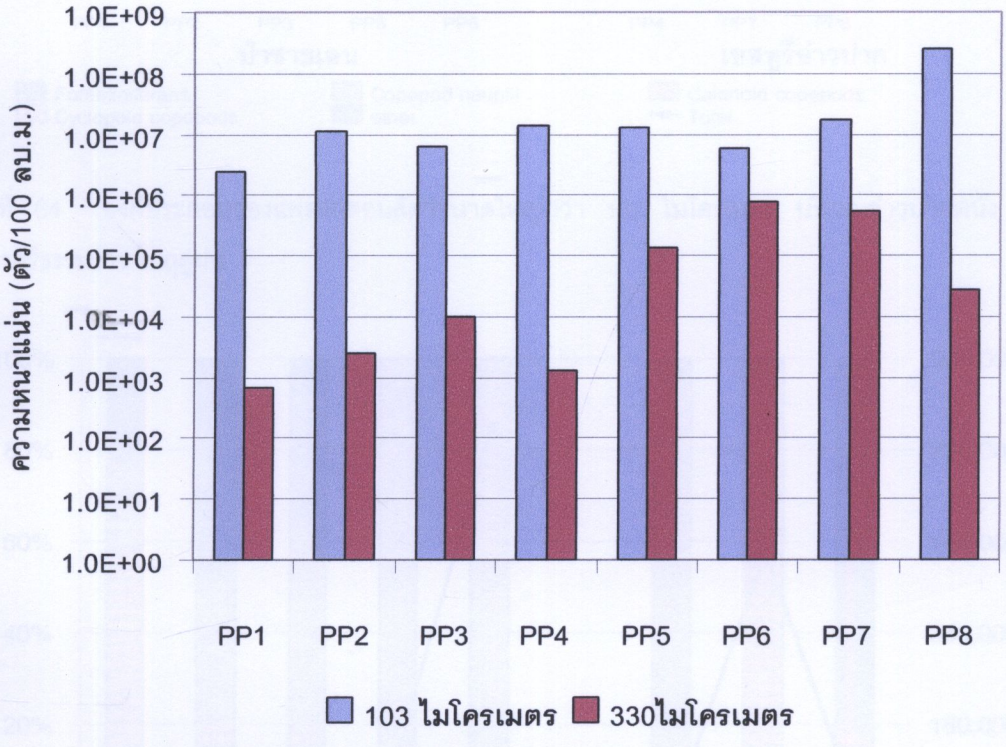
ความหนาแน่นและการกระจายตัวของแพลงก์ตอนสัตว์

บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงฤดูฝนมีแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร ในความหนาแน่นเฉลี่ยอยู่ในช่วง $2.4x10^6$ ถึง $2.56x10^8$ ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร โดยบริเวณปลายแหลมตะลุมพุก (PP8) มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์สูงสุด สำหรับความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร มีค่าอยู่ในช่วง $6.77x10^2$ ถึง $7.67x10^5$ ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร มีความหนาแน่นสูงสุดบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก ใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กปลูกใหม่ระหว่างคลองบางเปี้ยะและคลองบางจาก (PP6) โดยบริเวณป่าชายเลนคลองโก้งโค้ง (PP1) มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตรต่ำสุด (รูปที่ 63)

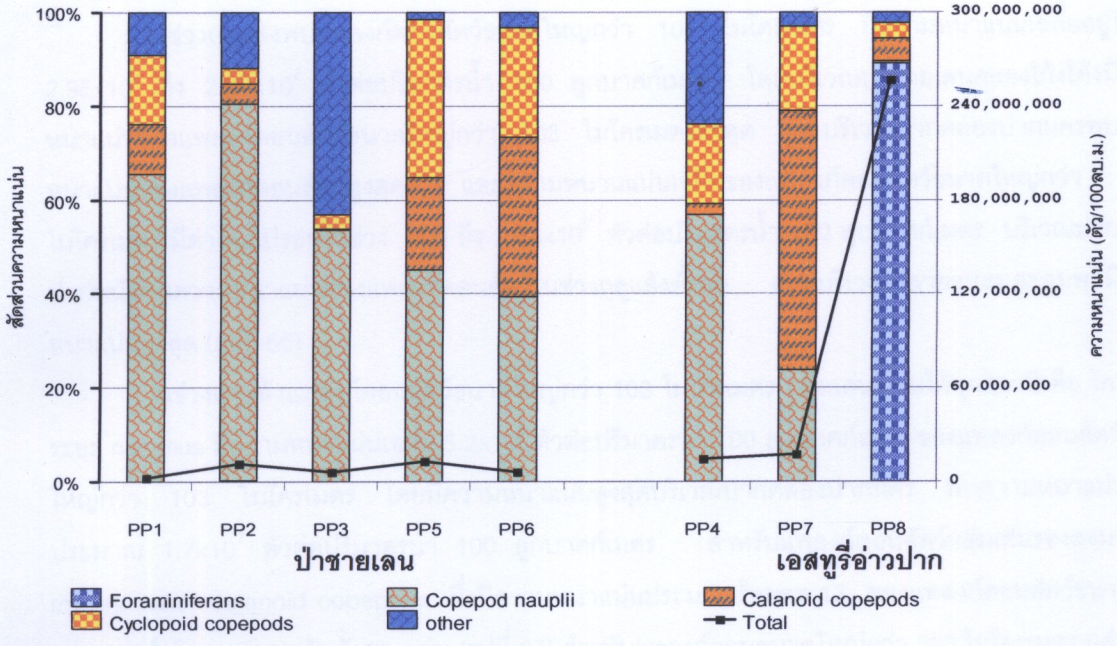
แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นในบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช คือ โคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius กลุ่มเด่นรองลงมาได้แก่ calanoid copepods และ cyclopoid copepod ซึ่งสามารถพบได้ทุกสถานีและทั้งสองฤดู โดยมีแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีความหนาแน่นเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล คือ ในฤดูฝนพบ mysids เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่นรองลงมา ส่วนในฤดูแล้งพบ alima larvae เป็นกลุ่มเด่นรองลงมา โดยในบริเวณเอสทูรี่อ่าวปากพนังพบว่าบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์สูงสุด และบริเวณป่าลำพูมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์สูงสุดในบริเวณแนวป่าชายเลนปากพนัง

ประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตรในฤดูฝนมี โคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่สามารถพบได้ทุกสถานี ซึ่ง โคพีพอดระยะ nauplius มีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงกว่า $4.5x10^6$ ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร พบมีความหนาแน่นสูงสุดบริเวณป่าลำพู กลุ่มที่มีความหนาแน่นรองลงมา คือ calanoid copepods มีความหนาแน่นเฉลี่ย $3.5x10^6$ ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร และ cyclopoid copepods มีความหนาแน่นเฉลี่ยประมาณ $2.6x10^6$ ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร และพบ foraminiferans มีความหนาแน่นสูงบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกถึง $2.9x10^7$ ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์

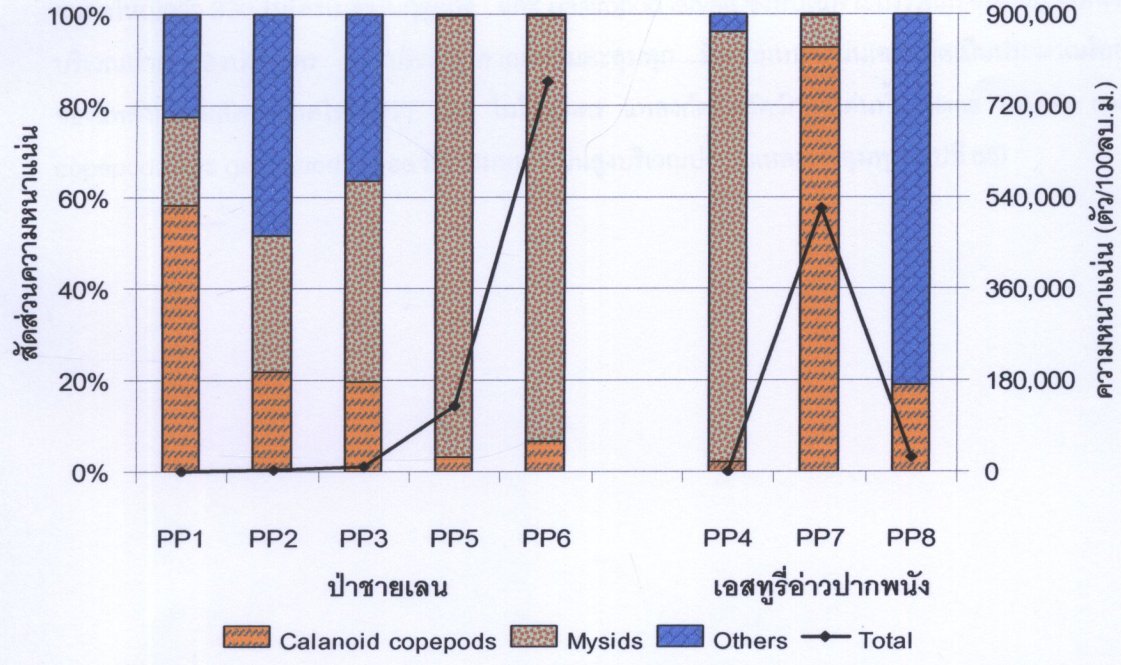
เมตร คิดเป็นประมาณร้อยละ 70 ของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร (รูปที่ 64) สำหรับประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร นั้นมี mysids เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น ซึ่งพบได้ทุกสถานีโดยมีความหนาแน่นเฉลี่ยประมาณ $1.1x10^5$ ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตรมีสัดส่วนความหนาแน่นคิดเป็นร้อยละ 60 ของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรในฤดูฝน พบหนาแน่นสูงสุดบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก ใกล้แนวป่าโกงกางใบเล็กปลูกใหม่ซึ่งอยู่ระหว่างคลองบางเปี๊ยะและคลองบางจาก (PP 6) มีความหนาแน่นประมาณ $7.1x10^5$ ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร และพบ calanoid copepods เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นรองลงมามีความหนาแน่นเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 37 ของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดบริเวณปากคลองปากนคร $4.8x10^5$ ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 65)



รูปที่ 63 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 และ 330 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน



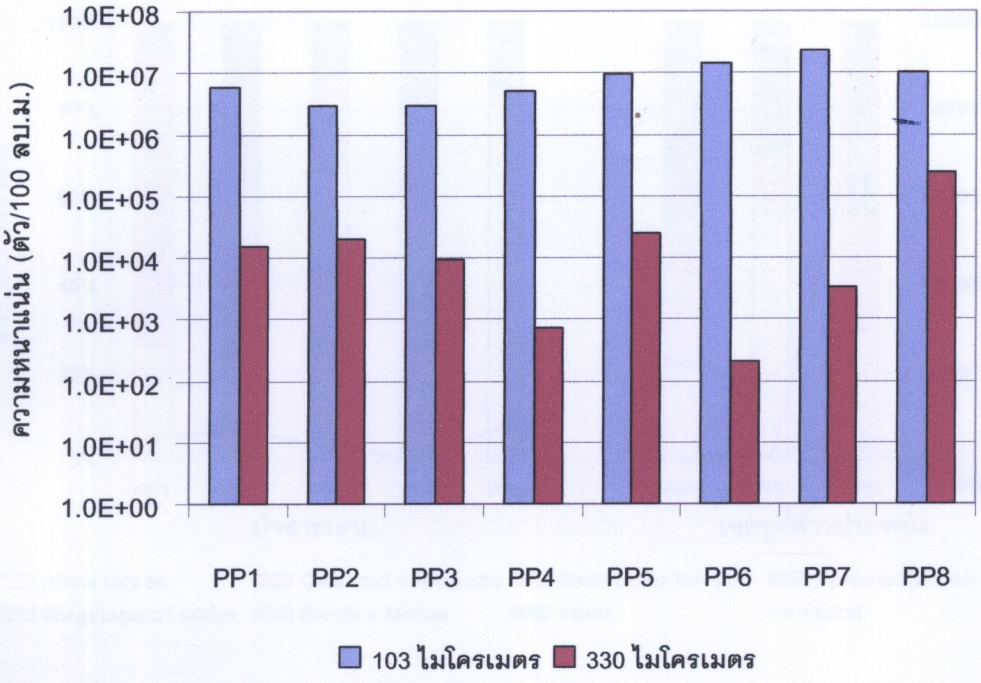
รูปที่ 64 องค์ประกอบของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน



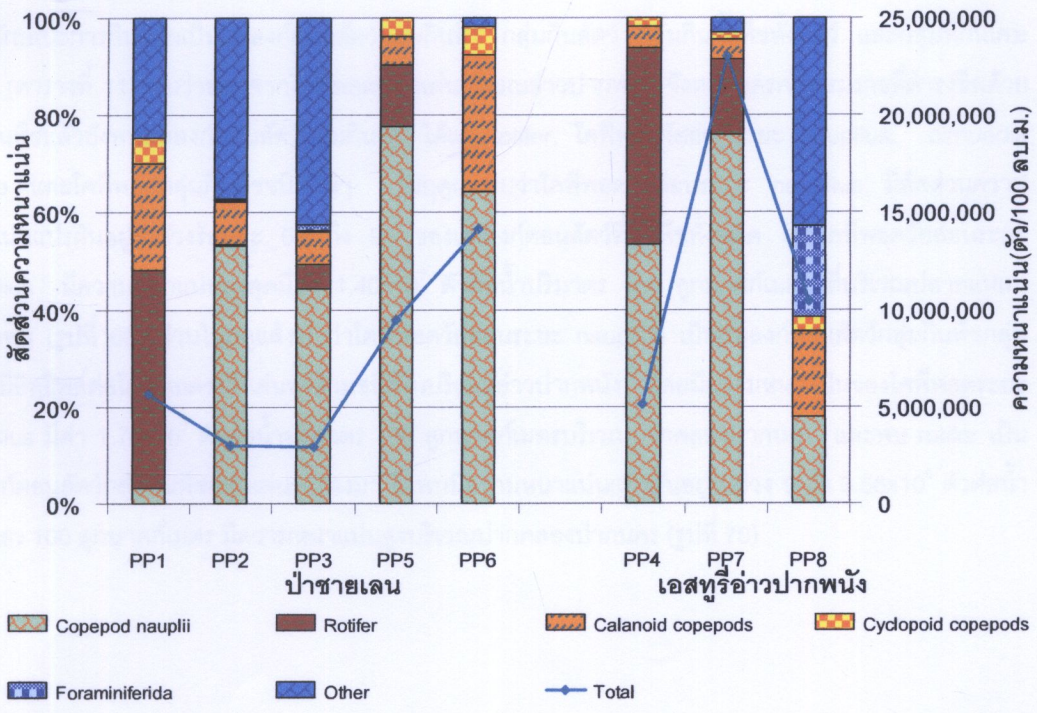
รูปที่ 65 องค์ประกอบของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน

ในช่วงฤดูแล้งพบแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร มีความหนาแน่นเฉลี่ยอยู่ในช่วง $2.95x10^6$ ถึง $2.30x10^7$ ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร โดยบริเวณป่าชายเลนคลองโก้งโค้งมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตรต่ำสุด และบริเวณปากคลองปากนครพบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์สูงสุด และความหนานแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 206 ถึง $2.44x10^5$ ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร บริเวณปากแม่น้ำปากพนังพบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในช่วงฤดูแล้งต่ำสุด ส่วนบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกมีความหนาแน่นสูงสุด (รูปที่ 66)

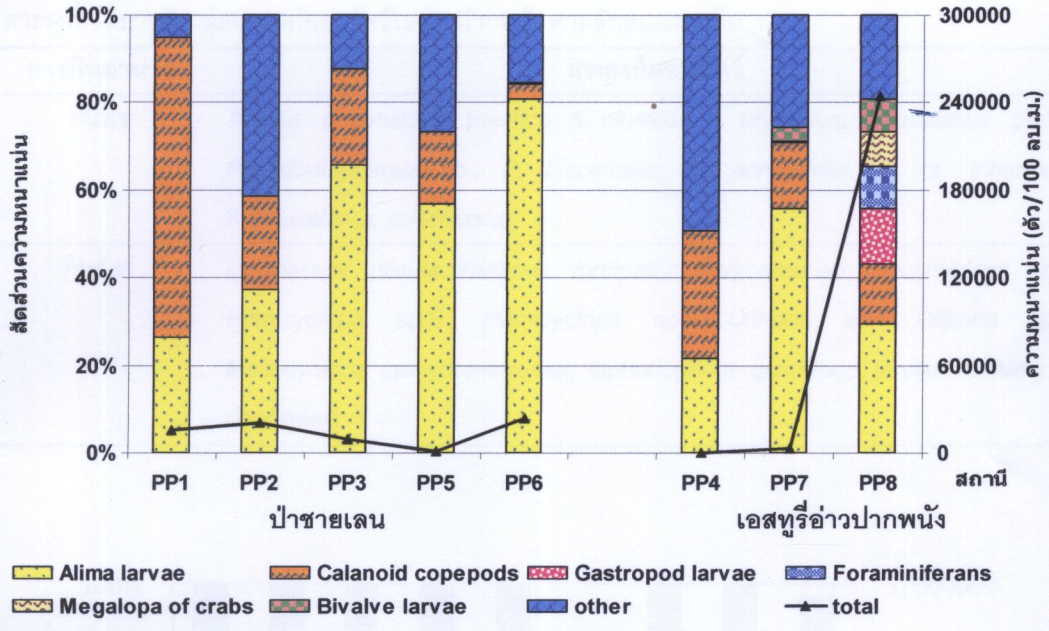
ในช่วงฤดูแล้งแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร กลุ่มเด่นที่พบได้ทุกสถานี คือ โคพีพอดระยะ nauplius มีความหนาแน่นเฉลี่ย $5.2x10^6$ ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร ของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร โดยมีความหนาแน่นสูงสุดบริเวณปากคลองปากนคร พบความหนาแน่นเฉลี่ยประมาณ $1.7x10^7$ ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร สำหรับแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นรองลงมาได้แก่ rotifers และ calanoid copepods ซึ่งมีความหนาแน่นประมาณร้อยละ 13 ของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตรเท่ากันทั้งสองกลุ่ม (รูปที่ 67) สำหรับแพลงก์ตอนขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร กลุ่มที่พบหนาแน่นสูงสุด คือ alima larvae มีความหนาแน่นเฉลี่ย $1.4x10^4$ ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละประมาณ 35 ของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรในฤดูแล้ง แพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่นรองลงมา ได้แก่ calanoid copepods ความหนาแน่นเฉลี่ยคิดเป็นประมาณร้อยละ 16 ของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรในฤดูแล้ง และ gastropod larvae ซึ่งพบเฉพาะบริเวณปากอ่าวปากพนัง ได้แก่ บริเวณปากคลองปากนคร และบริเวณปลายแหลมตะลุมพุก มีความหนาแน่นเฉลี่ยคิดเป็นประมาณร้อยละ10 ของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นทั้ง alima larvae, calanoid copepods และ gastropod larvae มีความหนาแน่นสูงบริเวณปลายแหลมตะลุมพุก (รูปที่ 68)



รูปที่ 66 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 และ 330 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง



รูปที่ 67 องค์ประกอบของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 103 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง

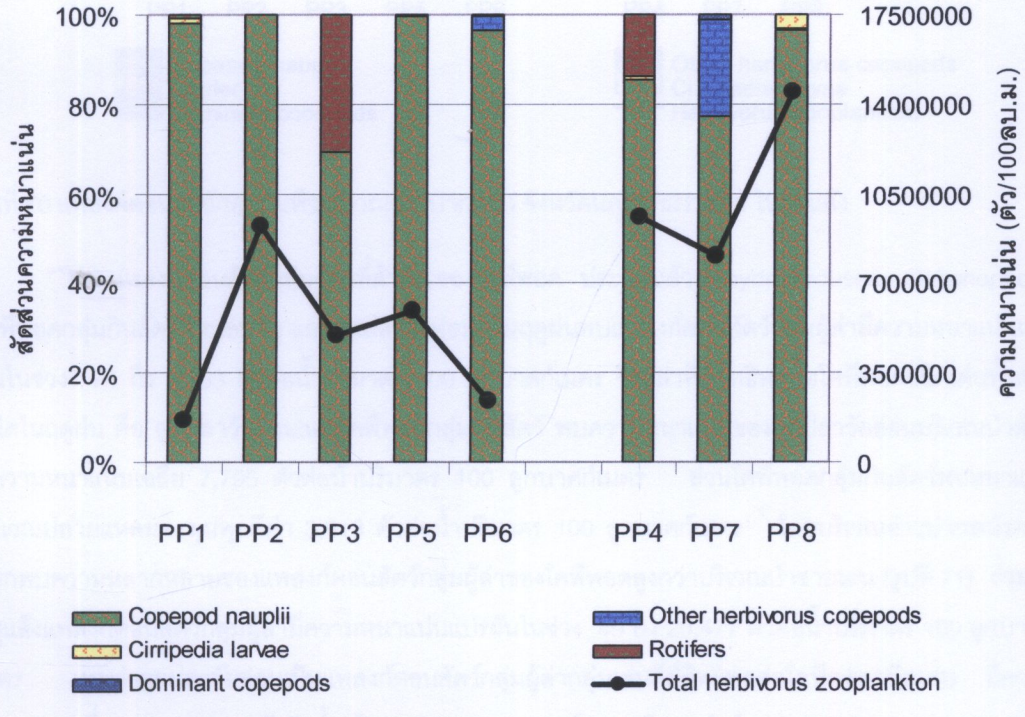


รูปที่ 68 องค์ประกอบของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง

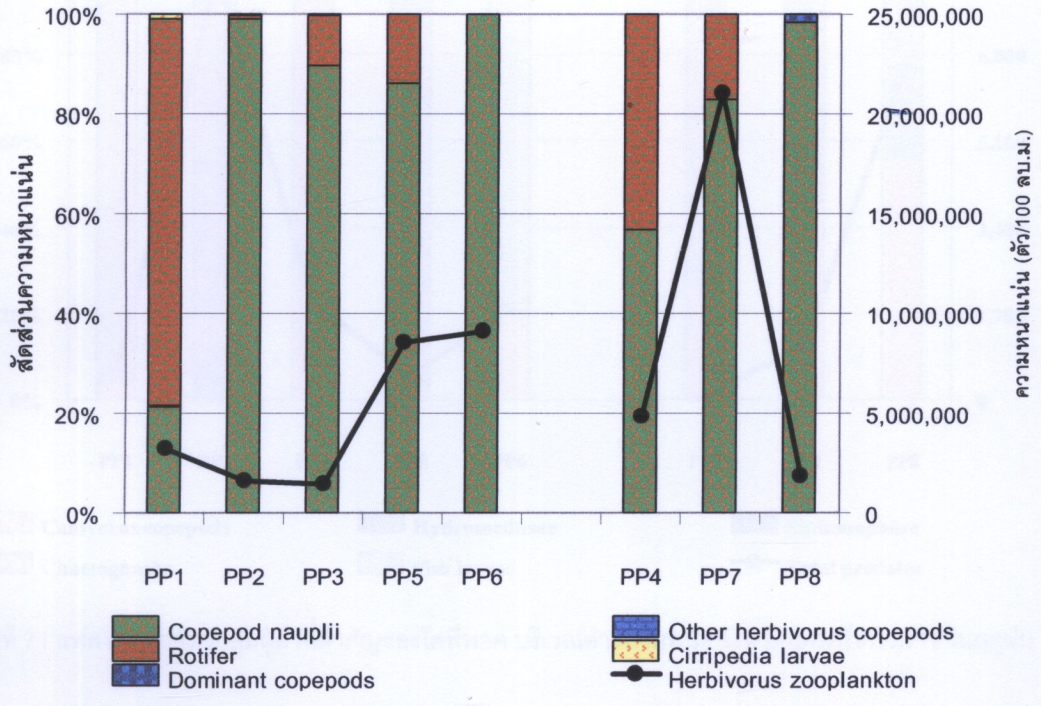
แพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช จากการศึกษาครั้งนี้สามารถจัดแบ่งตามลักษณะการกินออกเป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มกินพืช กลุ่มกินสัตว์ กลุ่มกินทั้งพืชทั้งสัตว์ และกลุ่มที่กินเศษซาก (ตารางที่ 11) พบว่านอกจากโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชที่ดำรงชีพด้วยการกินพืชแล้วยังพบแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มกินพืช ได้แก่ rotifer, โคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius, cirripedia larvae และโคพีพอดกลุ่มกินพืชชนิดอื่นๆ ในฤดูฝนพบว่าโคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius มีสัดส่วนความหนาแน่นแปรผันอยู่ในช่วงร้อยละ 69 ถึง 99 ของแพลงก์ตอนสัตว์ที่กินพืชทั้งหมด โดยโคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius มีความหนาแน่นสูงสุดมีค่า 1.40×10^7 ตัวต่อน้ำปริมาตร 100 ลูกบาศก์เมตร ที่บริเวณปลายแหลมตะลุมพุก (รูปที่ 69) ส่วนในฤดูแล้งพบว่าโคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มกินพืชกลุ่มเด่นที่มีอิทธิพลต่อโคพีพอดชนิดเด่นทั้งสามชนิดในบริเวณอ่าวปากพนัง โดยมีความหนาแน่นของโคพีพอดระยะ nauplius มีค่า 1.74×10^7 ตัวต่อน้ำปริมาตร 100 ลูกบาศก์เมตรบริเวณปากคลองปากนคร และพบ rotifer เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มกินพืชกลุ่มเด่นรองลงมา ซึ่งพบมีความหนาแน่นแปรผันอยู่ในช่วง 9 ถึง 3.56×10^6 ตัวต่อน้ำปริมาตร 100 ลูกบาศก์เมตร มีความหนาแน่นสูงบริเวณปากคลองปากนคร (รูปที่ 70)

ตารางที่ 11 การจัดกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่าวปากพนัง ตามลักษณะการกิน

การกินอาหาร	แพลงก์ตอนสัตว์
กินพืช	*Acartia sinjiensis*, *A. pacifica*, *A. plumosa*, *A. erythraea*, *Acrocalanus gibber*, *Pseudodiaptomus* sp., *P. bispinosus*, *P. annandalei*, *P.* cf. *trihamatus*, *Subeucalanus subcrassus*
กินสัตว์	*Labidocera minuta*, *Tortanus forcipatus*, *Corycaeus* sp., *Hemicyclops* sp.A, *Hemicyclops* sp.B, *Hemicyclops* sp.C, *Oithona* sp.A, *Oithona* sp.B, *Mesocyclops* sp.hydromrdusea, siphonophore gastropod larvae หนอนธนู ลูกปลาวัยอ่อน

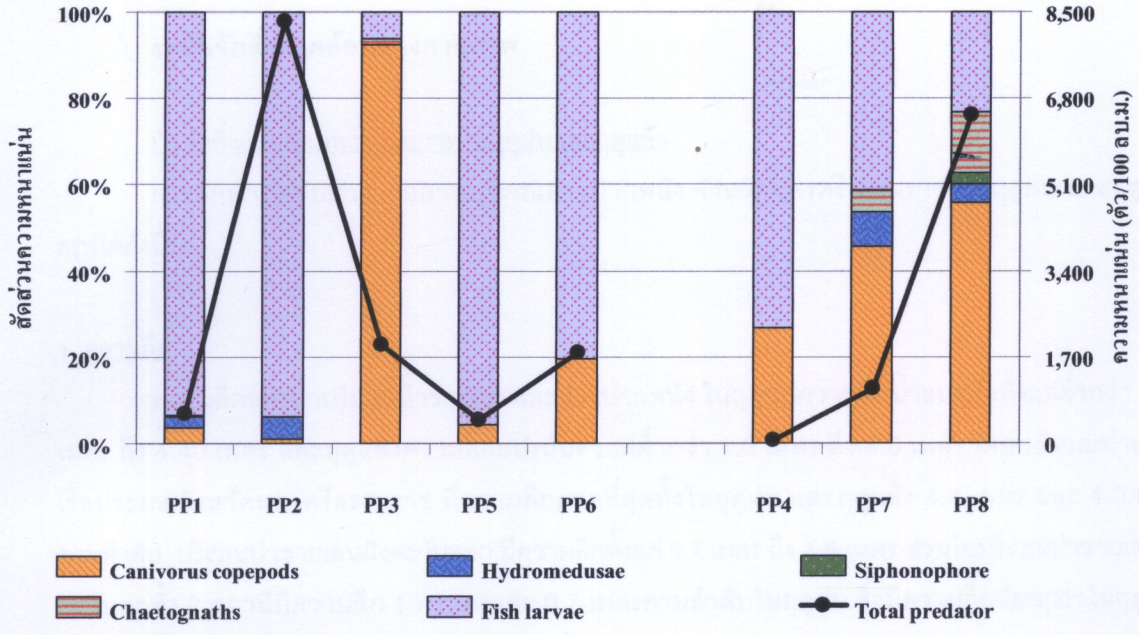


รูปที่ 69 แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มกินพืชบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน

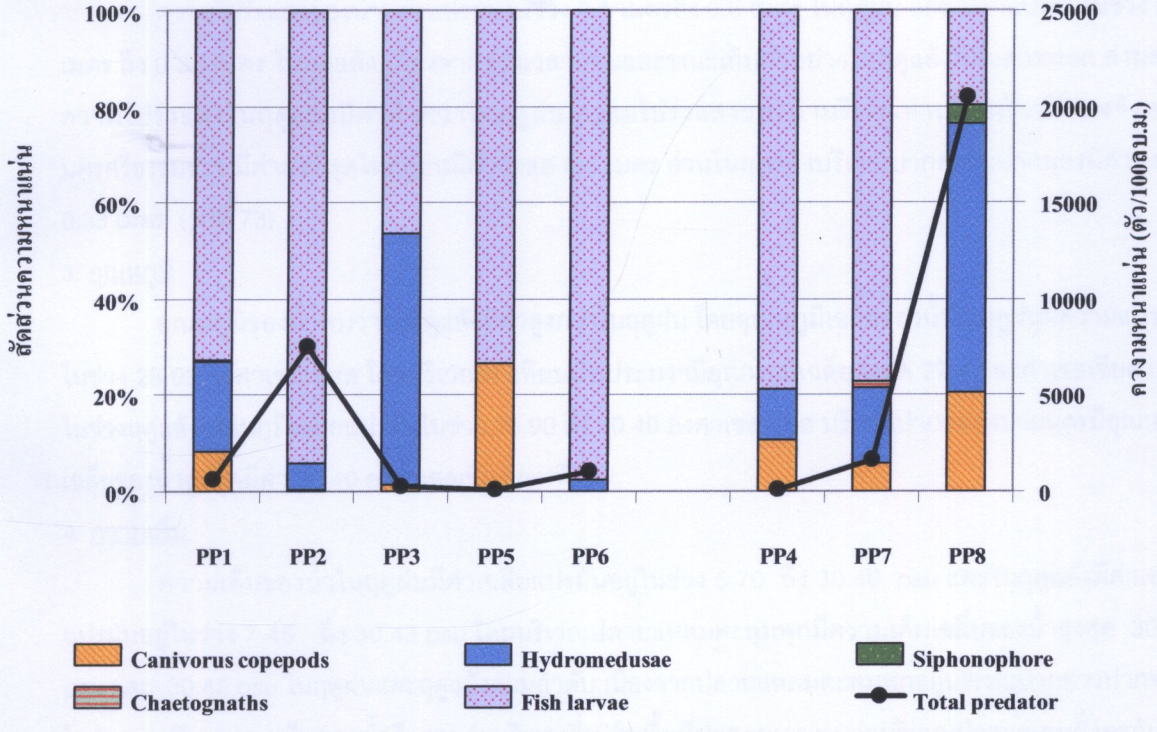


รูปที่ 70 แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มกินพืชบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง

ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มผู้ล่าที่สำคัญของโคพีพอด ประกอบด้วย hydromrdusea, siphonophore, โคพีพอดกลุ่มกินสัตว์, หนอนธนู และลูกปลาวัยอ่อน ในฤดูฝนพบแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มผู้ล่ามีความหนาแน่นแปรผันในช่วง 74 ถึง 8,303 ตัวต่อน้ำปริมาตร 100 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งผู้ล่าที่มีอิทธิพลต่อโคพีพอดชนิดเด่นทั้งสามชนิดในฤดูฝน คือ ลูกปลาวัยอ่อนและโคพีพอดกลุ่มกินสัตว์ พบความหนาแน่นของลูกปลาวัยอ่อนบริเวณป่าลำพูมีความหนาแน่นเฉลี่ย 7,795 ตัวต่อน้ำปริมาตร 100 ลูกบาศก์เมตร ส่วนโคพีพอดกลุ่มกินสัตว์พบหนาแน่นบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกมีค่า 3,613 ตัวต่อน้ำปริมาตร 100 ลูกบาศก์เมตร โดยบริเวณอ่าวปากพนังตอนนอกพบความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มผู้ล่าของโคพีพอดสูงกว่าบริเวณป่าชายเลน (รูปที่ 71) ส่วนในฤดูแล้งแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มผู้ล่ามีความหนาแน่นแปรผันในช่วง 49 ถึง 20,477 ตัวต่อน้ำปริมาตร 100 ลูกบาศก์เมตร พบว่าลูกปลาวัยอ่อนเป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มผู้ล่ากลุ่มเด่นที่มีอิทธิพลต่อโคพีพอดชนิดเด่น มีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด 7,073 ตัวต่อน้ำปริมาตร 100 ลูกบาศก์เมตรบริเวณป่าลำพู และ hydromedusae เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มผู้ล่ากลุ่มเด่นรองลงมา ซึ่งมีความหนาแน่นสูงสุดบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกเท่ากับ 11,462 ตัวต่อน้ำปริมาตร 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 72) โดยแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มผู้ล่าที่สำคัญของโคพีพอด คือ ลูกปลาวัยอ่อน มีความหนาแน่นสูงสุดทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง นอกจากนี้แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มผู้ล่ากลุ่มเด่นรองลงมาในฤดูฝน คือ โคพีพอดกลุ่มกินสัตว์ ส่วนในฤดูแล้ง คือ hydromedusae



รูปที่ 71 แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มผู้ล่าที่สำคัญของโคพีพอด บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน



รูปที่ 72 แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มผู้ล่าที่สำคัญของโคพีพอด บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง

ง) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพในฤดูฝนและฤดูแล้ง .

การศึกษาปัจจัยทางกายภาพบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน และฤดูแล้ง สรุปได้ดังนี้

1. ความลึก

ความลึกของน้ำบริเวณป่าชายเลนและอ่าวปากพนัง ในฤดูฝนความลึกน้ำแปรผันตั้งแต่ต่ำกว่า 1.00 เมตร ถึง 4.40 เมตร และฤดูแล้งความลึกแปรผันตั้งแต่ต่ำกว่า 1.0 เมตร ถึง 4.0 เมตร โดย บริเวณท่าเทียบเรือประมง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีความลึกมากที่สุดทั้งในฤดูฝน และฤดูแล้ง 4.4 เมตร และ 4.0 เมตร ตามลำดับ บริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันออก มีความลึกตั้งแต่ 0.7 เมตร ถึง 1.6 เมตร ส่วนในบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกทั้ง 2 สถานีมีความลึก 1.7 เมตรและ 0.7 เมตรตามลำดับในฤดูฝน ซึ่งมีความลึกน้อยกว่าในฤดูแล้ง ความลึก 1.8 เมตร และ 3.4 เมตรตามลำดับ (รูปที่ 73)

2. ความโปร่งแสง

ความโปร่งแสงของน้ำมีค่าแปรผันในช่วง 0.1 เมตรถึง 0.6 เมตร ในฤดูฝน และ มีค่าแปรผันในช่วง 0.1 เมตร ถึง 0.33 เมตร ในฤดูแล้ง เนื่องจากช่วงเวลาก่อนและขณะเก็บตัวอย่างในฤดูแล้งมีฝนตกตลอด ส่งผลให้ความโปร่งแสงในฤดูแล้งมีค่าต่ำกว่าในฤดูฝน ความโปร่งแสงของน้ำบริเวณท่าเทียบเรือประมงจังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่าสูงที่สุดในฤดูฝนมีค่าสูงสุด 0.6 เมตร ส่วนในฤดูแล้งบริเวณปากคลองปากนครมีค่าสูงสุด 0.33 เมตร (รูปที่ 73)

3. อุณหภูมิ

อุณหภูมิของน้ำพบว่าในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝน โดยอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำในฤดูฝนมีความแปรผันในช่วง 25.00 องศาเซลเซียส โดยบริเวณท่าเทียบเรือประมงฯมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 27.47 องศาเซลเซียส และในช่วงฤดูแล้งอุณหภูมิเฉลี่ยแปรผันในช่วง 25.90 ถึง 30.40 องศาเซลเซียส บริเวณปากคลองปากนครมีอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำสูงสุดมีค่า 30.40 องศาเซลเซียส (รูปที่ 74)

4. ความเค็ม

ความเค็มของน้ำในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยแปรผันอยู่ในช่วง 5.70 ถึง 30.40 psu และในฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยแปรผันอยู่ในช่วง 7.45 ถึง 30.43 psu โดยบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกมีความเค็มเฉลี่ยของน้ำสูงสุด 30.40 psu และ 30.43 psu ในฤดูฝนและฤดูแล้งตามลำดับ เนื่องจากปลายแหลมตะลุมพุกอยู่บริเวณปากอ่าวปากพนังใกล้ทะเลเปิด ความเค็มของน้ำจึงสูงกว่าบริเวณอื่น ในพื้นที่ป่าชายเลนพบว่าบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก (PP6) มีความเค็มสูงสุด 18.05 และ 12.00 psu ในฤดูฝนและฤดูแล้งตามลำดับ (รูปที่ 74)

5. ความเป็นกรด – เบส

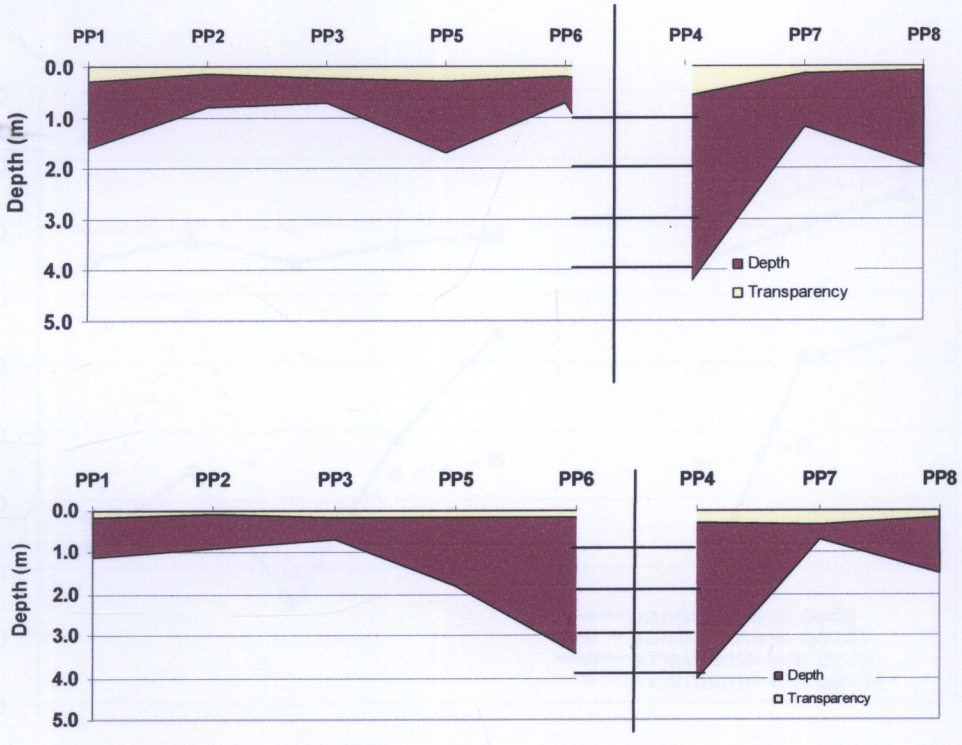
ความเป็นกรด-เบสมีค่าเฉลี่ยแปรผันอยู่ในช่วง 6.49 ถึง 7.50 ในฤดูฝน และ 6.96 ถึง 7.74 ในฤดูแล้งตามลำดับ โดยบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกมีความเป็นกรด-เบสมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดทั้ง 2 ฤดู โดยในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝนคือ 7.74 และ 7.50 (รูปที่ 75)

6. ออกซิเจนละลาย

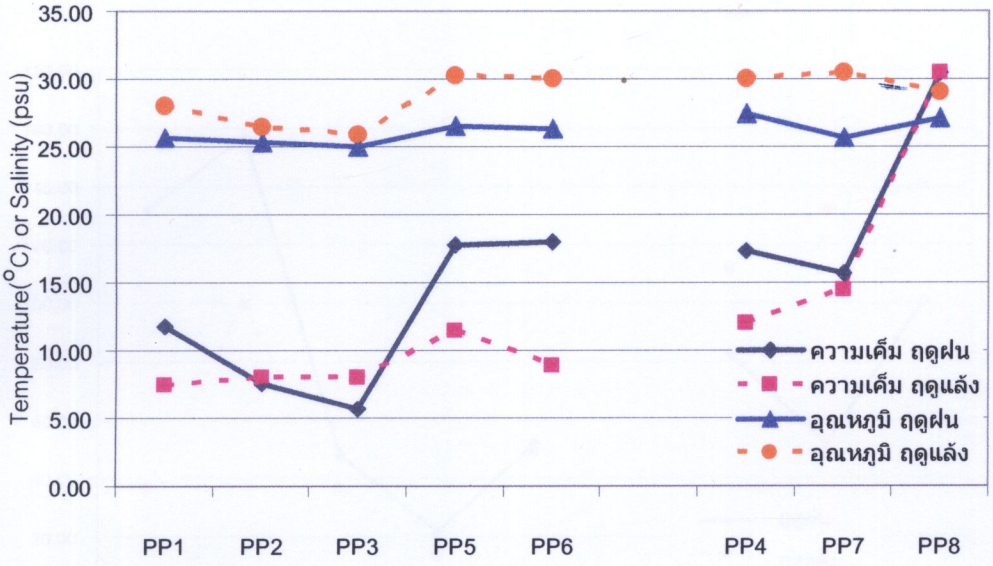
ออกซิเจนละลายในฤดูฝนอยู่ในช่วง 1.46 ถึง 5.45 มิลลิกรัมต่อลิตร และในฤดูแล้งอยู่ในช่วง 1.90 ถึง 5.73 มิลลิกรัมต่อลิตร ในพื้นที่ป่าชายเลนมีค่าปริมาณออกซิเจนละลายสูงสุดบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก (PP6) ในช่วงฤดูฝน ส่วนในช่วงฤดูแล้งคือบริเวณป่าลำพู มีค่า 5.45 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 5.73 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้บริเวณป่าชายเลนคลองอ้ายฮ้อมีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำที่สุด 1.46 มิลลิกรัมต่อลิตร และ1.90 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (รูปที่ 75)

7. ความขุ่นของน้ำ

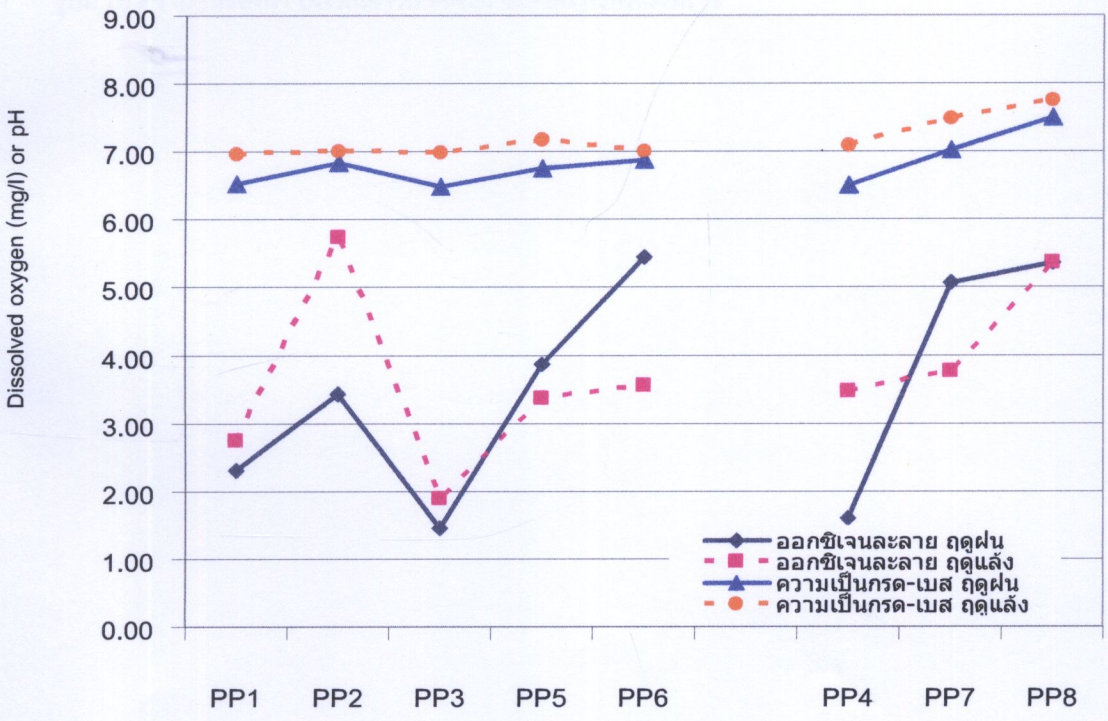
ความขุ่นของน้ำในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยแปรผันอยู่ในช่วง 13.11 ถึง 140.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และในฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยแปรผันอยู่ในช่วง 21.60 ถึง 157.00 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกในฤดูฝนมีความขุ่นเฉลี่ยของน้ำสูงสุด 140.25 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากปลายแหลมตะลุมพุกอยู่บริเวณปากอ่าวปากพนังใกล้ทะเลเปิดมีการพัดพาของคลื่นตลอดเวลา ส่วนในฤดูแล้งบริเวณป่าลำพูมีความขุ่นเฉลี่ยของน้ำสูงสุด 157.00 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากมีฝนตกตลอดทั้งก่อนและระหว่างการเก็บตัวอย่าง บริเวณปากแม่น้ำปากพนังมีความขุ่นของน้ำต่ำสุดทั้ง 2 ฤดู ในฤดูฝนต่ำกว่าในฤดูแล้ง มีค่า13.11 และ 21.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (รูปที่ 76)



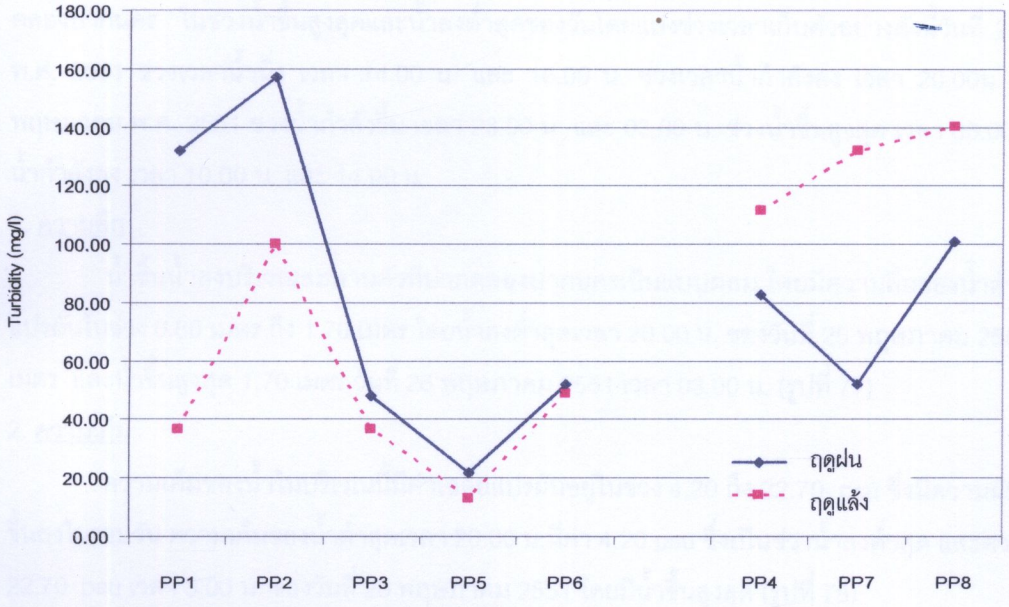
รูปที่ 73 ความลึกและความโปร่งแสงของน้ำบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช (บน) ฤดูฝน (ล่าง) ฤดูแล้ง



รูปที่ 74 อุณหภูมิและความเค็มน้ำบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช



รูปที่ 75 ออกซิเจนละลายและความเป็นกรด-เบส บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช



รูปที่ 76 ความขุ่นของน้ำ บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพในรอบ 24 ชั่วโมง

การศึกษาปัจจัยทางกายภาพบริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนคร ใกล้สถานี (PP7) บริเวณปากคลองปากนคร ในช่วงน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุดของวันโดยแบ่งช่วงเวลาเก็บตัวอย่างดังนี้วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2551 ช่วงเวลาน้ำนิ่ง เวลา 14.00 น. และ 16.00 น. ช่วงเวลาน้ำกำลังลง เวลา 20.00น. และวันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2551 ช่วงน้ำกำลังขึ้น เวลา 23.00 น. และ 03.00 น. ช่วงน้ำขึ้นสูงสุด เวลา 06.00 น. และช่วงน้ำกำลังลง เวลา 10.00 น. และ 14.00 น.

1. ความลึก

น้ำขึ้นน้ำลงบริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนครเป็นแบบผสม โดยมีความลึกของน้ำต่ำกว่า 2 เมตร แปรผันในช่วง 0.80 เมตร ถึง 1.70 เมตร โดยน้ำลงต่ำสุดเวลา 20.00 น. ของวันที่ 25 พฤษภาคม 2551 น้ำลึก 0.8 เมตร และน้ำขึ้นสูงสุด 1.70 เมตร วันที่ 26 พฤษภาคม 2551 เวลา 03.00 น. (รูปที่ 77)

2. ความเค็ม

ความเค็มของน้ำในบริเวณนี้มีค่าเฉลี่ยแปรผันอยู่ในช่วง 4.20 ถึง 22.70 psu ซึ่งมีความผันแปรตามน้ำขึ้นลงในรอบวัน ความเค็มของน้ำต่ำสุดเวลา 20.00 น.มีค่า 4.20 psu ซึ่งเป็นช่วงน้ำลงต่ำสุด และความเค็มสูงสุด 22.70 psu เวลา 3.00 น. ของวันที่ 26 พฤษภาคม 2551 โดยมีน้ำขึ้นสูงสุด (รูปที่ 78)

3. อุณหภูมิ

อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำความแปรผันในช่วง 29.80 ถึง 33.60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำต่ำสุด 29.80 องศาเซลเซียส ช่วงเช้าวันที่ 26 พฤษภาคม 2551 และน้ำมีอุณหภูมิสูงสุด 33.90 องศาเซลเซียส เวลา 16.00 น.วันที่ 26 พฤษภาคม 2551 (รูปที่ 78)

4. ความเป็นกรด – เบส

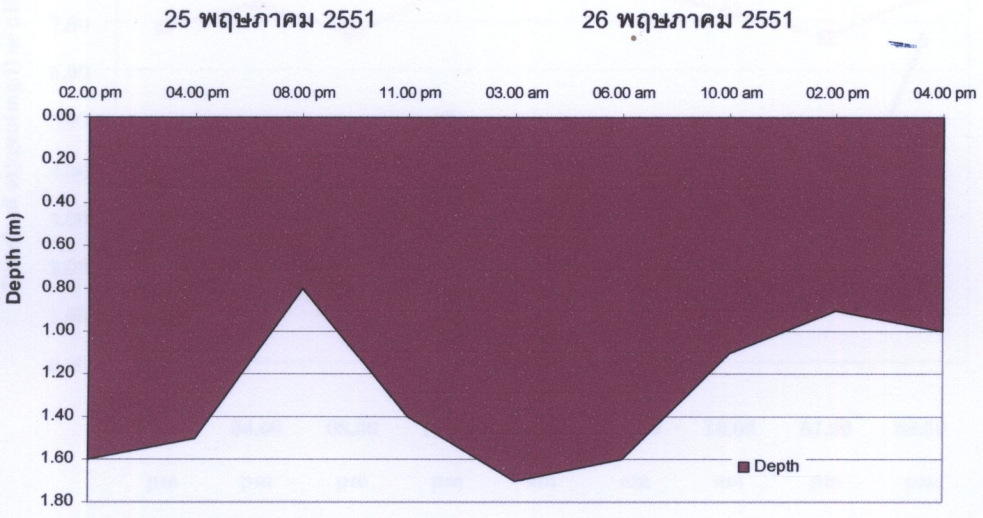
ความเป็นกรด-เบสบริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนคร มีค่าเฉลี่ยแปรผันอยู่ในช่วง 6.68 ถึง 7.73 มีความเป็นกรด-เบสสูงสุด 7.73 ช่วงน้ำกำลังขึ้นสูงสุด เวลา 23.00 น. และความเป็นกรด-เบสต่ำสุดมีค่า 6.68 ช่วงน้ำลงต่ำสุดของวันที่ 26 พฤษภาคม 2551 (รูปที่ 79)

5. ออกซิเจนละลาย

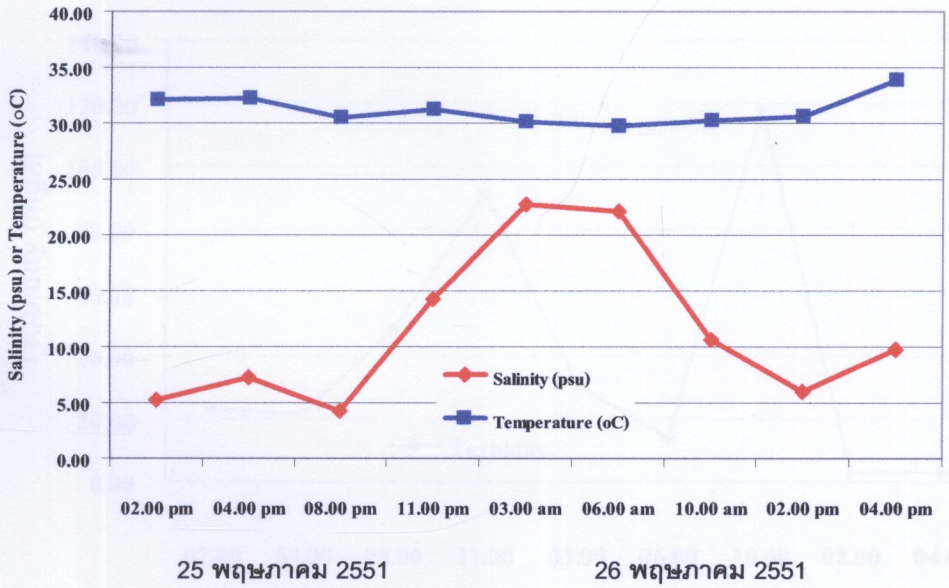
ออกซิเจนละลายอยู่ในช่วง 2.10 ถึง 6.60 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในช่วงน้ำกำลังลงออกซิเจนละลายจะมีปริมาณต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร และในช่วงน้ำกำลังขึ้นและน้ำขึ้นสูงสุดมีออกซิเจนละลายอยู่ในช่วง 3.44 ถึง 6.60 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดเวลา 16.00 น. วันที่ 26 พฤษภาคม 2551(รูปที่ 79)

6. ความขุ่นของน้ำ

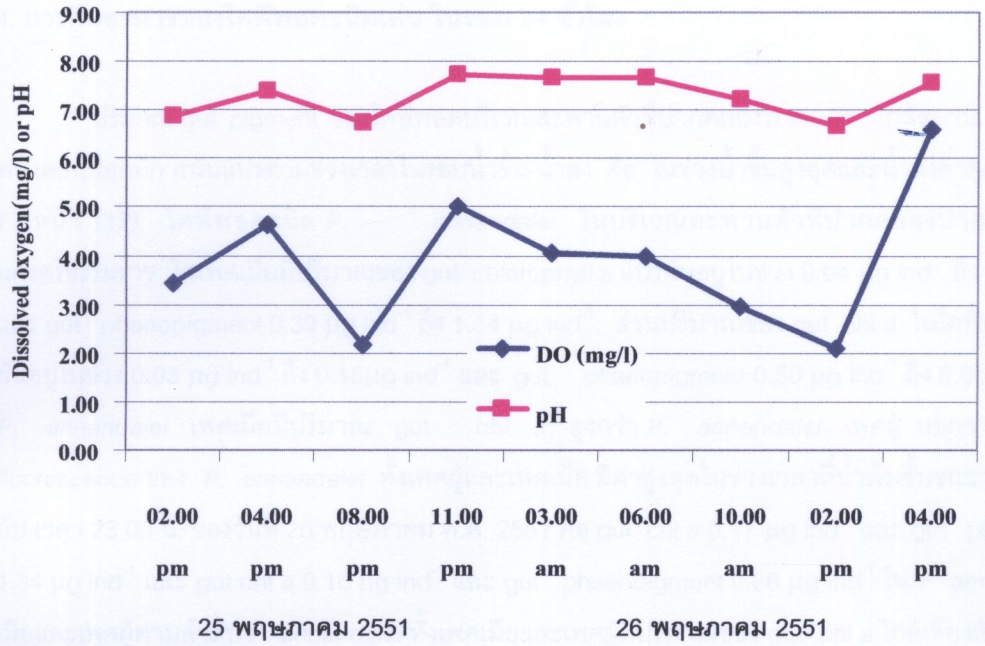
ความขุ่นของน้ำมีค่าเฉลี่ยแปรผันอยู่ในช่วง 3 ถึง 118.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ความขุ่นของน้ำสูงสุดเวลา 10.00 น. ในวันที่ 26 พฤษภาคม 2551 มีค่า 118.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และความขุ่นของน้ำต่ำสุด เวลา 14.00 น. และ16.00 น. ในวันที่ 26 พฤษภาคม 2551 เช่นเดียวกัน (รูปที่ 80)



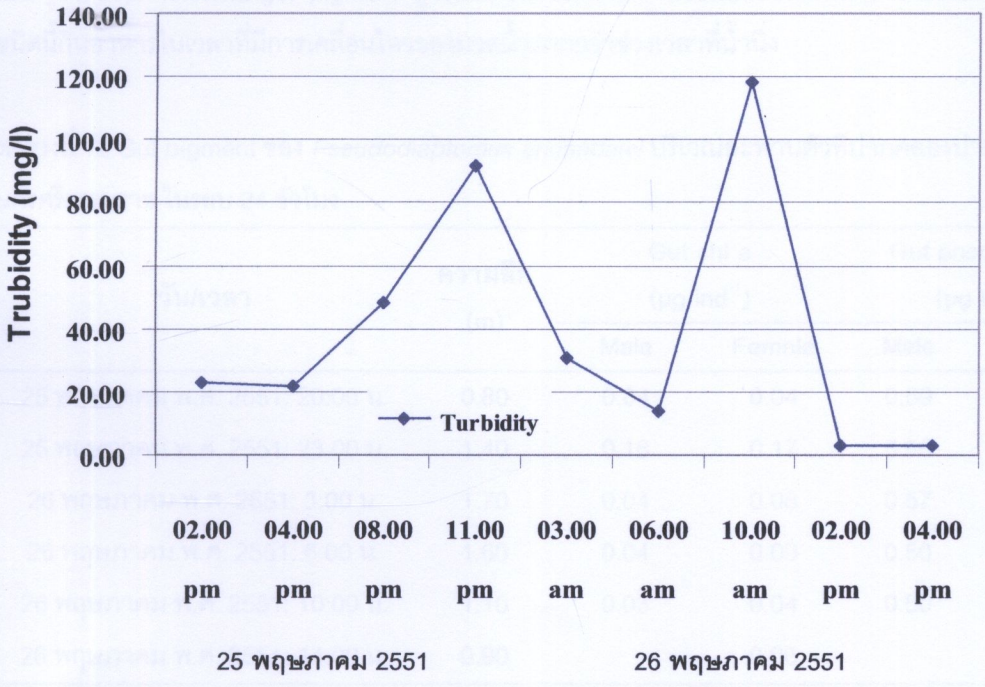
รูปที่ 77 ความลึกของน้ำบริเวณสะพานตัวที่ปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช



รูปที่ 78 อุณหภูมิและความเค็มน้ำบริเวณสะพานตัวที่ปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช



รูปที่ 79 ออกซิเจนละลายและความเป็นกรด-เบส บริเวณสะพานตัวที่ปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช



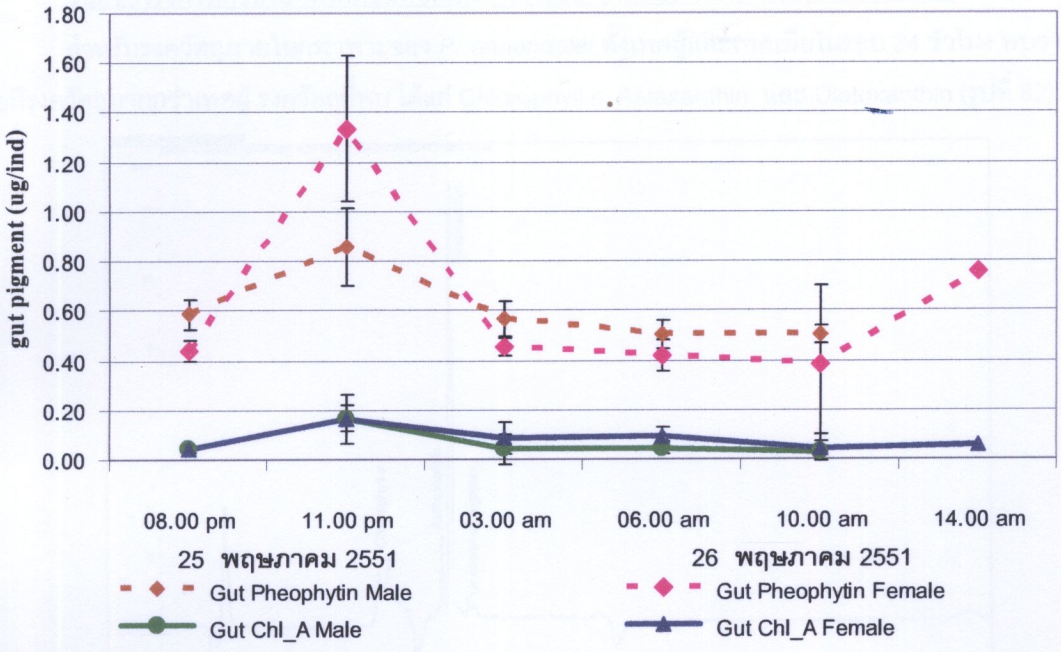
รูปที่ 80 ความขุ่นของน้ำ บริเวณสะพานตัวที่ปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช

4. การกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่น ในรอบ 24 ชั่วโมง

ปริมาณ gut pigment ของโคพีพอดบริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนคร ใกล้สถานี PP7 อ่าวปากพนังตอนนอกมีการผันแปรตามช่วงเวลาในรอบน้ำขึ้น-น้ำลง คือ ในช่วงน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุดของวัน (รูปที่ 77 หน้า 112) โคพีพอดชนิด *P. annandalei* ในบริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช ในเพศเมียมีปริมาณของ gut chlorophyll *a* แปรผันอยู่ในช่วง 0.04 $\mu g\ ind^{-1}$ ถึง 0.17 $\mu g\ ind^{-1}$ และ gut phaeopigment 0.39 $\mu g\ ind^{-1}$ ถึง 1.34 $\mu g\ ind^{-1}$ ส่วนปริมาณของ gut chl *a* ในโคพีพอดเพศผู้แปรผันอยู่ในช่วง 0.03 $\mu g\ ind^{-1}$ ถึง 0.16$\mu g\ ind^{-1}$ และ gut phaeopigment 0.50 $\mu g\ ind^{-1}$ ถึง 0.86 $\mu g\ ind^{-1}$ โดย *P. annandalei* เพศเมียมีปริมาณ gut chl *a* สูงกว่า *P. annandalei* เพศผู้ นอกจากนี้พบว่า gut fluorescence ของ *P. annandalei* ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีค่าสูงสุดในช่วงเวลาที่น้ำเริ่มขึ้นขณะน้ำไหล ซึ่งตรงกับ เวลา 23.00 น. ของวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2551 คือ gut chl *a* 0.17 $\mu g\ ind^{-1}$ และ gut phaeopigment 1.34 $\mu g\ ind^{-1}$ และ gut chl *a* 0.16 $\mu g\ ind^{-1}$ และ gut phaeopigment 0.86 $\mu g\ ind^{-1}$ ใน *P. annandalei* เพศเมียและเพศผู้ตามลำดับ *P. annandalei* ทั้งเพศเมียและเพศผู้มีปริมาณของ gut chl *a* ใกล้เคียงกัน โดยช่วงน้ำกำลังขึ้น เวลา 03.00 น. ในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด เวลา 06.00 น. และ ช่วงเวลาน้ำกำลังลง เวลา 10.00 น. ของวันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2551 พบว่า *P. annandalei* เพศเมียมีปริมาณของ gut chl *a* สูงกว่า *P. annandalei* เพศผู้ แต่ปริมาณ gut phaeopigment ของ *P. annandalei* เพศผู้สูงกว่า *P. annandalei* เพศเมีย (ตารางที่ 12 และ รูปที่ 81) การที่พบ gut pigment สูงในช่วงเวลาขณะน้ำกำลังขึ้นและขณะที่น้ำกำลังลงแสดงว่าโคพีพอดชนิดนี้กินอาหารในเวลาที่มีการเคลื่อนไหวของมวลน้ำมากกว่าช่วงเวลาที่น้ำนิ่ง

ตารางที่ 12 Gut pigment ของ *Pseudodiaptomus annandalei* บริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช ในรอบ 24 ชั่วโมง

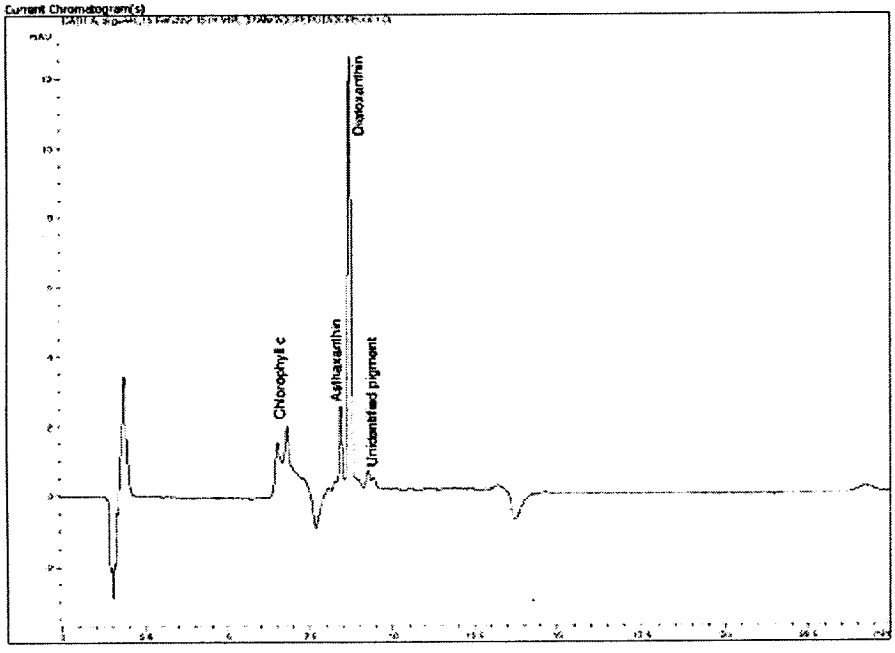
วัน/เวลา	ความลึก (m)	Gut chl *a* ($\mu g\ ind^{-1}$)		Gut pheopigment ($\mu g\ ind^{-1}$)	
		Male	Female	Male	Female
25 พฤษภาคม พ.ศ. 2551: 20:00 น.	0.80	0.04	0.04	0.59	0.44
25 พฤษภาคม พ.ศ. 2551: 23:00 น.	1.40	0.16	0.17	0.86	1.34
26 พฤษภาคม พ.ศ. 2551: 3:00 น.	1.70	0.04	0.08	0.57	0.45
26 พฤษภาคม พ.ศ. 2551: 6:00 น.	1.60	0.04	0.09	0.50	0.42
26 พฤษภาคม พ.ศ. 2551: 10:00 น.	1.10	0.03	0.04	0.50	0.39
26 พฤษภาคม พ.ศ. 2551: 14:00 น.	0.90		0.06		0.76



รูปที่ 81 Gut pigment ของ *Pseudodiaptomus annandalei* บริเวณสะพานตัวที่ปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช ในรอบ 24 ชั่วโมง

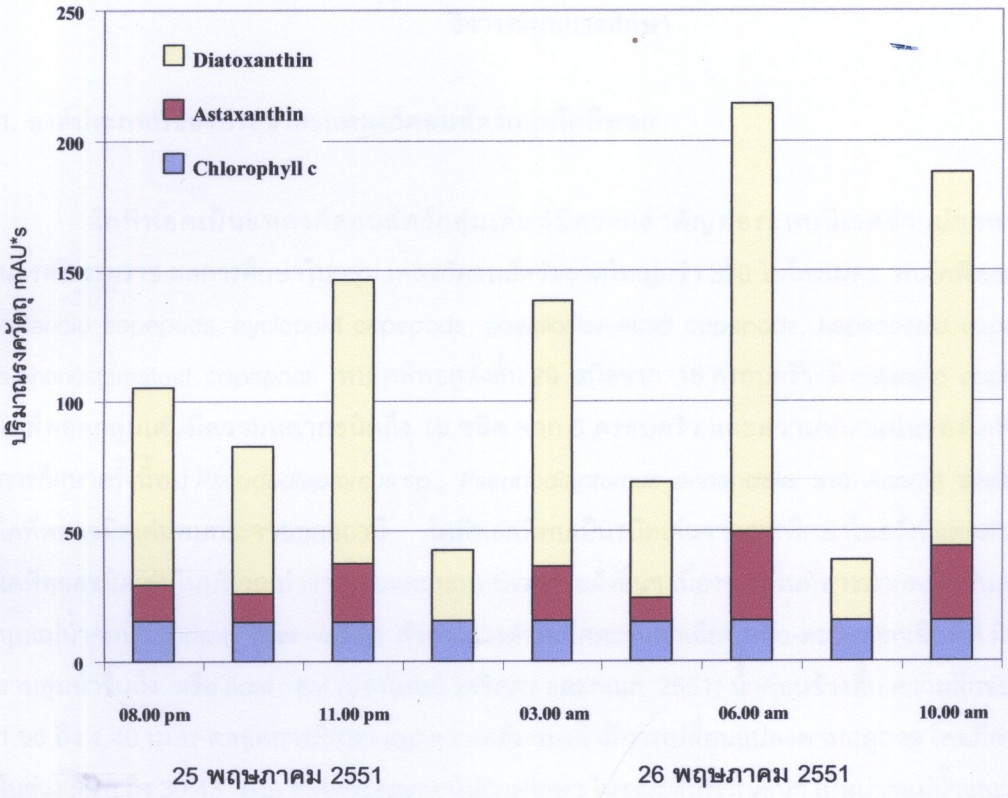
<u>ชนิดของรงควัตถุของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นในรอบ 24 ชั่วโมง</u>

สำหรับรงควัตถุภายในกระเพาะของ *P. annandalei* ทั้งเพศผู้และเพศเมียในรอบ 24 ชั่วโมง พบว่าเพศเมียมีรงควัตถุมากกว่าเพศผู้ รงควัตถุที่พบ ได้แก่ Chlorophyll *c*, Astaxanthin และ Diatoxanthin (รูปที่ 82)



รูปที่ 82 Chromatogram ของรงควัตถุที่ได้จาก *Pseudodiaptomus annandalei* บริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช ในรอบ 24 ชั่วโมง

ปริมาณรงควัตถุในกระเพาะและทางเดินอาหารของโคพีพอดชนิด *P. annandalei* ทั้งเพศผู้และเพศเมียบริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราชแปรผันดังนี้ chlorophyll *c* 14.825 ถึง 15.827 mAU รงควัตถุชนิด astaxanthin แปรผันในช่วง 8.819 ถึง 33.905 mAU และ diatoxanthin 23.654 ถึง 164.507 mAU ซึ่งปริมาณรงควัตถุของโคพีพอดชนิด *P. annandalei* เพศเมียมีปริมาณรงควัตถุสูงกว่าปริมาณรงควัตถุของโคพีพอดชนิด *P. annandalei* เพศผู้ ส่วนช่วงเวลาที่รงควัตถุของในกระเพาะและทางเดินอาหารของโคพีพอดชนิด *P. annandalei* เพศเมียสูงสุดคือ เวลา 6.00 น.วันที่ 26 พฤษภาคม 2551 ดังนี้ chlorophyll *c* เท่ากับ 15.000 mAU รงควัตถุชนิด astaxanthin 33.905 mAU และ diatoxanthin 164.507 mAU ส่วนรงควัตถุของ*P. annandalei* ทั้งเพศผู้ สูงสุดเวลา 20.00 น.วันที่ 25 ตุลาคม 2550 ได้แก่ chlorophyll *c* เท่ากับ 15.000 mAU รงควัตถุชนิด astaxanthin 10.503 mAU และ diatoxanthin 56.548 mAU (รูปที่ 83)



รูปที่ 83 ปริมาณรงควัตถุในกระเพาะและทางเดินอาหารที่พบใน *Pseudodiaptomus annandalei* *Pseudodiaptomus* sp. และ *Acartia sinjiensis* บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูแล้ง

ซึ่งรงควัตถุชนิด chlorophyll *c* และ diatoxanthin พบในแพลงก์ตอนพืช chromophyte algae ส่วนรงควัตถุชนิด astaxanthin สามารถพบได้ในแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มกินพืช ดังนั้นโคพีพอดชนิด *P.annandalei* เป็นโคพีพอดกลุ่มกินพืช

บทที่ 4

วิจารณ์ผลการศึกษา

1. องค์ประกอบของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโคพีพอด

โคพีพอดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการศึกษาในกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตร พบโคพีพอด 5 กลุ่มคือ calanoid copepods, cyclopoid copepods, poecilostomatoid copepods, hapacticoid copepods และ siphonostomatoid copepods พบโคพีพอดทั้งสิ้น 29 ชนิดจาก 16 ครอบครัว มี calanoid copepods เป็นโคพีพอดกลุ่มเด่นมีความหลากชนิดถึง 16 ชนิด จาก 6 ครอบครัว และความหนาแน่นของโคพีพอดสูงสุด การศึกษาครั้งนี้พบ *Pseudodiaptomus* sp., *Pseudodiaptomus annandalei* และ *Acartia sinjiensis* เป็นโคพีพอดชนิดเด่นพบกระจายทุกสถานี โคพีพอดที่พบเป็นชนิดเด่นจากการศึกษาในครั้งนี้แตกต่างจากศึกษาโคพีพอดชนิดเด่นในบริเวณป่าชายเลนและระบบนิเวศชายฝั่งอื่นๆ เนื่องจากพื้นที่อ่าวปากพนังเป็นเอสทูรี่แบบที่หุบแม่น้ำจมน้ำ (Drawn river valley) ตัวอ่าววางตัวในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ มีสภาพเป็นที่ราบลุ่มน้ำขึ้นถึง หรือ tidal flat (ปราโมทย์ โศจิศุภร และคณะ, 2551) น้ำค่อนข้างตื้น ความลึกของน้ำต่ำกว่า 1.00 ถึง 4.40 เมตร ตลอดการศึกษา และความเค็มของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยมีค่าแปรผันอยู่ในช่วง 5.70 ถึง 30.43 psu ตลอดระยะเวลาในการศึกษา ในขณะที่บริเวณอื่นๆ เป็นปากแม่น้ำและ/หรือชายฝั่ง จึงมีความเค็มแตกต่างกันประกอบกับความแตกต่างในเรื่องของช่วงเวลาที่ทำการศึกษา และวิธีการเก็บตัวอย่างทำให้โคพีพอดชนิดเด่นแตกต่างกัน (ตารางที่ 13)

โคพีพอดในครอบครัว Pseudodiaptomidae ที่พบในการศึกษาครั้งนี้เป็นชนิดที่มีการรายงานครั้งแรกในน่านน้ำไทย คือ *P.* cf. *trihamatus* และ *Pseudodiaptomus* sp. โดยโคพีพอดชนิด *P.* cf. *trihamatus* เป็นโคพีพอดที่มีมีความชุกชุมต่ำและพบเฉพาะบริเวณปากคลองปากนครในฤดูฝน ในขณะที่ Walter (1984) รายงานว่าพบโคพีพอดชนิด *P. trihamatus* บริเวณชายฝั่งประเทศฟิลิปปินส์ ในแนวปะการังน้ำลึก 3 เมตร สำหรับลักษณะเด่นของโคพีพอด *P.* cf. *trihamatus* นี้ คือ ขอบของ posterolateral ends ของ 5th metasome มีลักษณะคล้ายหนามขนาดใหญ่ และ posterodorsal มีหนามขนาดเล็ก 1 คู่คล้ายกับ *P. trihamatus* แต่ส่วน posterolateral ends ของ 1st urosome ไม่สมมาตร ด้านซ้ายมีลักษณะนูนมีหนามขนาดใหญ่ 4 อันขนาดของหนามทั้ง 4 เรียงจากขนาดใหญ่ไปเล็กจากด้านนอก ต่างจาก *P. trihamatus* มีหนามขนาดใหญ่เท่ากัน 2 อัน ส่วน 5th leg ของ *P.* cf. *trihamatus* มีหนามเรียงด้านข้างของขาด้านนอกของปล้องที่ 1 มีหนาม 15 อัน หนามอันที่ 11 มีขนาดใหญ่กว่าหนามอันอื่น ส่วน 5th leg ของ *P. trihamatus* มีหนามเรียงด้านข้างของขาด้านนอกของปล้องที่ 1 มีหนามขนาดเท่ากัน 15 อัน ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 13 โคพีพอดชนิดเด่นในบริเวณป่าชายเลนและชายฝั่งของอ่าวไทย

บริเวณ	โคพีพอดชนิดเด่น	ถุงลาก (μm)	วิธีการเก็บตัวอย่าง	ความเค็ม (psu)	ช่วงเวลาในการศึกษา
ป่าชายเลนอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช[1]	*Pseudodiaptomus annandalei*, *Pseudodiaptomus* sp. *Acartia sinjiensis*	330	แนวระดับ	5.7-30.43	ต.ค.50 และ พ.ค.51
ป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม[2]	*Acartia clausi* , *Calanus vulgaris*, *Oithona brevicornis*	103	แนวระดับ	3.2-21.1	พ.ย.42-พ.ย.43
ปากแม่น้ำตลอดแนวชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของอ่าวไทย[3]	*Paracalanus crassirostris*, *Oithona simplex*, *Bestiolina similis*, *Oithona aruensis*	330	แนวดิ่ง	0-33	มี.ค.48 และ ต.ค.48
อ่าวไทยตอนใน[4]	*Acrocalanus similis*, *Acartia spinicauda*, *Oithona plumifera*, *Paracalanus pravus*, *Microsetella novegica*,*Corycaeus* spp., *Calanus* puaper, *Eucalanus subcrassus*	330	แนวดิ่ง	15-32	พ.ย.18
อ่าวไทย[5]	*Eucalanus subcrassus*, *Labidocera acuta*, *Calanus* puaper	330	แนวดิ่ง	-	-
อ่าวไทยตอนบน[6]	*Acartia erythraea*	600	แนวดิ่ง	-	พ.ค.45
อ่าวมะนาว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์[7]	*Acartia erythraea*, *Centropages furcatus*, *Subeucalanus subcrass* *Pseudodiaptomus aurivilli*, *Euterpina acutifrons*, *Corycaeus* sp.	200 และ 330	แนวดิ่ง	25-32	ก.ย-ธ.ค. 49

ที่มา : 1. การศึกษาครั้งนี้ 2. บัณฑิต สิขัณฑกสมิต (2545) 3. ขวัญเรือน ศรีนุ้ย (2550)
4. Suwanrumpha (1980) 5. Suwanrumpha (1978) 6. ณัฐพันธ์ กิตติชาติเชาวลิต (2550)
7. ไพลิน จิตรชุ่ม และลัดดา วงศ์รัตน์ (2550)

กลุ่มประชากรโคพีพอดในอ่าวปากพนังประกอบด้วยกลุ่มย่อย คือ โคพีพอดที่สามารถทนความเค็มได้ในช่วงกว้าง ได้แก่ *P. annandalei*, *Pseudodiaptomus* sp., A. *sinjiensis* และ *Caligus* sp. ซึ่งพบได้ทุกสถานี ทั้งในป่าชายเลนและอ่าวปากพนังตอนใน และอ่าวปากพนังตอนนอก โดยความเค็มในอ่าวปากพนังผันแปรในช่วง 5.70-30.43 psu เช่นเดียวกับโคพีพอดบริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคลน จังหวัดสมุทรสงครามมีความเค็มผันแปรในช่วง 2.90-21.30 ซึ่งน่าจะเป็นพวก estuarine spcies กลุ่มที่ 2 ได้แก่ โคพีพอดชนิด *Calanopia australica*, *Labidocera minuta*, *Pontellopsis* sp., *Subeucalanus subcrassus* และ *Centropages furcipatus* พบเฉพาะบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกซึ่งมีความเค็มของน้ำทะเลแปรผันในช่วง 30.40-30.43 psu น่าจะเป็นตัวแทนของโคพีพอดที่เป็น marine species สอดคล้องกับศึกษาของพรเทพ พรรณรักษ์ (2547) ที่พบว่าโคพีพอดส่วนใหญ่บริเวณชายฝั่งคลองปากเมง จังหวัดตรัง เป็นกลุ่ม marine species เนื่องจากมีการกระจายอยู่ในบริเวณที่น้ำทะเล มีความเค็มอยู่ในช่วง 31.71-34.40 psu เช่นเดียวกับการศึกษาของไพลิน จิตรชุ่ม และลัดดา วงศ์รัตน์ (2550) ในบริเวณอ่าวมะนาว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบโคพีพอดชนิด *C. furcipatus* และ *S. subcrassus* ซึ่งเป็นโคพีพอดน้ำเค็มที่พบได้สม่ำเสมอ

จากการศึกษาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนังในครั้งนี้เทียบกับงานที่เคยมีการรายงานไว้ก่อน สามารถจำแนกโคพีพอดที่พบออกตามระดับ trophic level ได้ 5 กลุ่มดังตารางที่ 6 (ในผลการศึกษา) ผลจากการศึกษาครั้งนี้บ่งชี้ว่าโคพีพอดชนิดเด่นของอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช คือ *P. annandalei*, *Pseudodiaptomus* sp. และ *A. sinjiensis* จัดเป็นโคพีพอดกลุ่มกินพืช ต่างจากการศึกษาของ Suwanrumpha (1980b) ซึ่งจัดโคพีพอดสกุล *Pseudodiaptomus* เป็นกลุ่มกินสัตว์ และโคพีพอดสกุล *Acartia* จัดเป็นกลุ่มกินทั้งพืชและสัตว์ ในการศึกษาครั้งนี้พบโคพีพอดในสกุล *Caligus* ซึ่งเป็นโคพีพอดที่ดำรงชีวิตเป็นปรสิต จึงสามารถจำแนกโคพีพอดตามการกินได้มากกว่าการศึกษาของ Suwanlumpha (1980b) และ Jitchum and Wongrat (2009) และโคพีพอดสกุล *Oithona* จำแนกตามการกินอาหารเป็นกลุ่มกินทั้งพืชและสัตว์ตาม Suwanlumpha (1980b) และ Jitchum and Wongrat (2009) สอดคล้องกับการรายงานของ Turner (1984) ได้จำแนกโคพีพอดในสกุล *Oithona* เป็นโคพีพอดกลุ่มกินสัตว์ ส่วน hapacticoid copepods ที่อาศัยบริเวณผิวหน้าดิน ไม่สามารถจำแนกกลุ่มตามการกินอาหารได้ ส่วน hapacticoid copepods ที่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนจัดเป็นโคพีพอดกลุ่มกินทั้งพืชและสัตว์

ความหนาแน่นของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช คือ *A. sinjiensis* นั้นแปรผัน ตามปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนและพิโคแพลงก์ตอน ($p<0.05$) และ แปรผันตามปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* จากแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอน ($p<0.01$) สอดคล้องกับการมี plumose setae บน maxillae ของโคพีพอดชนิด *A. sinjiensis* มีระยะห่างประมาณ 3 ไมโครเมตร สามารถกรองแพลงก์ตอนพืชทั้งขนาดนาโนแพลงก์และขนาดพิโคแพลงก์ตอน (2-20 และ0.2-2 ไมโครเมตร ตามลำดับ) ส่วนความหนาแน่นของ *P. annandalei* และ *Pseudodiaptomus* sp. มีแนวโน้มแปรผกผันกับคลอโรฟิลล์ *เอ* แพลงตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอน ($p<0.01$) ซึ่ง plumose setae บน maxillae ของโคพีพอดชนิด *P. annandalei* และ *Pseudodiaptomus* sp. มีระยะห่างประมาณ 1 ไมโครเมตร สามารถกรองแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก คือ พิโคแพลงก์ตอน ได้ดีกว่า *A. sinjiensis*

2. องค์ประกอบของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์

ความหลากหลายและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณอ่าวปากพนังมีค่าสูงกว่าในบริเวณป่าชายเลนและเอสทูรี่อื่น และบริเวณสวนป่าชายเลนและเอสทูรี่แม่น้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ของอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ (2547) ทิพย์นภา สุวรรณสนิท (2550) และ อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ (2551) บริเวณป่าชายเลนอ่าวปากพนังซึ่งเป็นป่าปลูกมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์สูงกว่าพื้นที่ปลูกป่าชายเลนเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์อยู่ในพิสัยเดียวกับการศึกษาของอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ (2551) ได้รายงานไว้ (ตารางที่ 16)

แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นซึ่งสามารถพบได้ทุกสถานีและทั้งสองฤดูในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ copepod ระยะ nauplius ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นรองลงมา ได้แก่ calanoid copepods cyclopoid copepod ส่วน mysids และ alima larvae มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล คือ mysids เป็นกลุ่นรองลงมาในฤดูฝน ส่วน alima larvae พบเป็นกลุ่มรองลงมาในฤดูแล้ง โดยบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์สูงสุด และบริเวณป่าลำพูมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์สูงสุดในบริเวณแนวป่าชายเลนปากพนัง พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่พบคล้ายคลึงกับแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่พบในบริเวณป่าชายเลนและอ่าวปากพนังและบริเวณป่าชายเลนอื่น ได้แก่ ตัวอ่อน ระยะ nauplius ของโคพีพอด, calanoid copepods และ cyclopoid copepods, ตัวอ่อนหอยสองฝา, ตัวอ่อนหอยฝาเดียว และไส้เดือนทะเล (อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2547; ทิพย์นภา สุวรรณสนิท, 2550 และ อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2551) เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของแพลงก์ตอนสัตว์พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในบริเวณอ่าวปากพนังส่วนใหญ่เป็นกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งมีการรายงานว่าพบในบริเวณป่าชายเลนและเอสทูรี่อื่น ๆ (ศิริลักษณ์ ช่วยพนัง, 2541; บัณฑิต สิขัณฑกสมิต, 2545; อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2547; พรเทพ พรรณรักษ์, 2547; ทิพย์นภา สุวรรณสนิท, 2550; อิชฌิกา ศิวายพราหม์ และคณะ , 2550; อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2550 และอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2551) (ตารางที่ 17) ในการศึกษาครั้งนี้พบแพลงก์ตอนสัตว์บางกลุ่มได้แก่ actinotrocha larvae, phoronid, cyphonautes larvae, tanidacean, cumacean และ sea mite ซึ่งเป็นกลุ่มที่พบในปริมาณน้อย มีกระจายเฉพาะบางสถานี และไม่มีรายงานว่าพบแพลงก์ตอนกลุ่มดังกล่าวในบริเวณอ่าวปากพนังในอดีต (ก่อนปี พ.ศ. 2550) แต่มีรายงานการพบในการศึกษาครั้งนี้และจากการศึกษาของอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ (2551) บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชในฤดูแล้ง เดือนพฤษภาคม 2550

ตารางที่ 16 ความหนาแน่นและจำนวนกลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวปากพนัง จากอดีตถึงปัจจุบัน

บริเวณศึกษา	ช่วงเวลา	จำนวนกลุ่ม	ความหนาแน่น (ตัว/100ลบ.ม.)	แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น	ถุงลาก (μm)	ที่มา
อ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	ต.ค. 50 และ พ.ค. 51	45	$2.4x10^6$- $2.56x10^8$ และ $2.06 x10^2$ - $2.44x10^5$	copepod nauplii, calanoid copepods, cyclopoid copepod, mysids, alima larvae	103 และ 330	การศึกษาครั้งนี้
อ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	พ.ค. 50	43	ในอ่าวปากพนัง $8.38x10^6$- $1.50x10^7$ และในป่าชายเลน $1.08x10^6$- $1.82x10^7$	copepods, copepod ระยะ nauplius , gastropod larvae, ตัวอ่อนหอยสองฝา,ตัวอ่อนไส้เดือนทะเล	103 และ 330	อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ (2551)
ป่าชายเลนอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	ต.ค. 48 ถึง ธ.ค. 49	24	$1.78 x10^3$ – $4.65 x10^7$ และ $4.26 x10^2$ – $5.39 x10^5$	copepod ระยะ nauplius, calanoid copepods, rotifer, cyclopoid copepod	103 และ 330	ทิพย์นภา สุวรรณสนิท (2550)
สวนป่าชายเลนและเอสทูรี่แม่น้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	เม.ย. 44 และ พ.ค. 45	27	$1.76 x10^4$ – $1.76 x10^7$	copepod ระยะ nauplius, calanoid copepods, cyclopoid copepod, zoea, gastropod larvae, ตัวอ่อนหอยสองฝา, ลูกปลาวัยอ่อน	103 และ 330	อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ (2547)

ตารางที่ 17 ความหนาแน่นและจำนวนกลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์จากการศึกษาครั้งนี้เปรียบเทียบกับป่าชายเลนชายฝั่งทะเลอ่าวไทย

บริเวณศึกษา	ช่วงเวลา	จำนวนกลุ่ม	ความหนาแน่น (ตัว/100ลบ.ม.)	แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น	ถุงลาก (µm)	ที่มา
ป่าชายเลนยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี	มี.ค. 45 ถึง มี.ค. 46	56	$3.43x10^4$–$1.42 x10^6$	Dictyocysta, tintinnopsis, foraminiferan	60 และ 200	โสภาวดี มูลเมฆ (2549)
ป่าชายเลนเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	มิ.ย. – ธ.ค. 47	22	$8.25 x10^4$–$8.02x10^5$ และ $67 – 3.25x10^3$	ฤดูแล้ง: copepod nauplii, calanoid copepods, cyclopoid copepod, hydromedusae, ctenophore	103 และ 330	อิชฌิกา ศิวายพราหม์ และคณะ (2550)
		36	$3.24 x10^4$–$1.34x10^6$ และ $67 – 4.7x10^4$	ฤดูฝน : copepod nauplii, calanoid copepods, cyclopoid copepod, hydromedusae, polychaete larvae, larvacean, gastropod larvae, cirripedia larvae	103 และ 330	อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ (2550)
ป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม	พ.ย. 42 ถึง พ.ย. 42 3	31	$4.66x10^4$–$3.99 x10^6$	copepods, copepod nauplii, gastropod larvae, cirripedia larvae	103	บัณฑิต สิขัณฑกสมิต (2545)

3. นิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอด

การศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอดครั้งนี้พบว่าโคพีพอดชนิดเด่นในบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นโคพีพอดประเภทที่กินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร โดยพบว่าโคพีพอดเพศเมียมีค่า gut pigment สูงกว่าค่า gut pigment ของเพศผู้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kerambrun and Champalbert (1995) ที่ทำการศึกษาในโคพีพอดชนิด *Anomalocera patersoni* เพศเมียมีค่า gut fluorescence อยู่ในช่วง 7.1 ถึง 21.3 ng ind^{-1} ($7.1x10^{-3}$ ถึง $2.13x10^{-2}$ μ g ind^{-1}) ซึ่งสูงกว่าเพศผู้ ที่มีค่า gut fluorescence อยู่ในช่วง 5.1 ถึง 19.5 ng ind^{-1}($5.1x10^{-3}$ ถึง $1.95x10^{-2}$ μ g ind^{-1}) และ Arinardi *et al.* (1990) ศึกษาการกินอาหารของโคพีพอดในบริเวณ Banda Sea อินโดนีเซีย พบว่าโคพีพอดชนิด *Eucalanus attennuatus* มีค่า gut fluorescence ของเพศเมียอยู่ในช่วง 2.3 ถึง 6.3 ng $animal^{-1}$ ($2.3x10^{-3}$ ถึง $6.3x10^{-2}$ μ g ind^{-1}) ส่วนเพศผู้อยู่ในช่วง 0.4 ถึง 1.7 ng $animal^{-1}$($4x10^{-4}$ ถึง $1.7x10^{-2}$ μg ind^{-1})และโคพีพอด ชนิด Sclec*ithrix danae* มีค่า gut fluorescence ของเพศเมียสูงกว่า gut fluorescence ของเพศผู้เช่นเดียวกันคืออยู่ในช่วง 1.6 ถึง 2.5 ng $animal^{-1}$ ($1.6x10^{-3}$ ถึง $2.5x10^{-2}$ μg $animal^{-1}$)ในเพศเมีย และมีค่า gut fluorescence ในช่วง 0.7 ถึง 1.0 ng $animal^{-1}$($7x10^{-4}$ ถึง $1.0x10^{-3}$ μg $animal^{-1}$) ในเพศผู้

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่า gut pigments ของโคพีพอดทั้ง3 ชนิด คือ *P. annandalei*, *Pseudodiaptomus* sp. และ *A. sinjiensis* นั้นมีการผันแปรตามปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนและขนาดพิโคแพลงก์ตอน เนื่องจากรยางค์ในการกินอาหารของ A. *sinjiensis* มีระยะห่างระหว่าง plumose setae ซึ่งเป็นขนละเอียดบน setae ของ maxilla ประมาณ 3 ไมโครเมตร ส่วนรยางค์ในการกินอาหารของ *P. annandalei* และ *Pseudodiaptomus* sp. มีระยะห่างระหว่าง plumose setae เท่ากับ 1 ไมโครเมตร สอดคล้องกับผลการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในครั้งนี้ที่พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ส่วนใหญ่มาจากแพลงก์ตอนพืชขนาดพิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน ซึ่งมีค่าสูงกว่าร้อยละ 70 ของคลอโรฟิลล์ *เอ* ทั้งหมดทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง และอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์และคณะ (2551) ได้รายงานว่ามวลชีวภาพในรูปคลอโรฟิลล์ *เอ* ของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวปากพนังส่วนใหญ่มาจากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนและพิโคแพลงก์ตอน ซึ่งมีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 60 ยกเว้นบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกในฤดูฝนพบมวลชีวภาพส่วนใหญ่มาจากแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอน ส่วนในบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันออกมีมวลชีวภาพในรูปคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงกว่าบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก ซึ่งมีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 60 ซึ่งส่วนใหญ่มาจากแพลงก์ตอนพืชขนาดพิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* บริเวณป่าชายเลน โดยเฉพาะป่าชายเลนฝั่งตะวันตกมีค่าคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงกว่าในบริเวณอ่าวปากพนัง แต่ค่า gut pigment ของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนังสูงกว่าบริเวณป่าชายเลน อาจเนื่องจากในป่าชายเลนมีสารแขวนลอยและ CDOM (Colored Dissolved Organic Matter) ในป่าชายเลนสูงกว่าในอ่าว สอดคล้องกับ อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ (2545) รายงานว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในบริเวณปากแม่น้ำและป่าชายเลนมีมวลชีวภาพในรูปคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงกว่าในบริเวณน้ำค่อนข้างใสและไกลจากฝั่งมากกว่า ทั้งนี้ในบริเวณป่าชายเลนน้ำขุ่นและมีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์สูงกว่า และการศึกษาของ Islam *et al.* (2005) ในบริเวณเอสทูรี่ตอนบนของ Ariake Sea ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีความเค็มต่ำ มีค่าคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำสูง แต่สัดส่วนของคลอโรฟิลล์ *เอ* ต่อ

suspended particulate matter ต่ำ นั้นพบ *Sinocalanus sinensis* ในบริเวณนี้มีค่า gut pigment ของ *S. sinensis* สูงกว่า โคพีพอดชนิด *Oithona davisae*, *Acartia omorii* และ *Palacanus pavo* พบในบริเวณเอสทูรี่ตอนล่าง ซึ่งมีสารอาหารและความเข้มของรงควัตถุต่ำ และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามวลชีวภาพในรูปคลอโรฟิลล์ *เอ* ในฤดูฝนสูงกว่าคลอโรฟิลล์ *เอ* ในฤดูแล้ง อาจเนื่องจากในฤดูแล้งก่อนเก็บตัวอย่างและขณะเก็บตัวอย่างมีฝนตก ซึ่งมีผลให้มวลชีวภาพในรูปคลอโรฟิลล์ *เอ* ในฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝน

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ทั้ง 3 ชนิด ที่กินแพลงก์ตอนพืชขนาดพิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน พบว่าโคพีพอดชนิด *P. annandalei* แปรผันอยู่ในช่วง 1.18±0.01 ถึง 1.20±0.01 มิลลิเมตร ในเพศเมีย และในช่วง 1.05±0.01 และ 1.08±0.01 มิลลิเมตร ในเพศผู้ ส่วน *Pseudodiaptomus* sp. มีขนาดตัวในเพศเมียและเพศผู้แปรผันอยู่ในช่วง 1.17±0.01 ถึง 1.18±0.01 มิลลิเมตร และ 1.03±0.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีสัดส่วนขนาดของโคพีพอดต่ออาหารขนาดพิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอนประมาณ 60:1 ส่วน *A. sinjiensis* ขนาดตัวแปรผันในช่วง 0.90±0.01 ถึง 0.92±0.01 มิลลิเมตร และ 0.80±0.01 ถึง 0.92±0.01 มิลลิเมตร ในเพศเมียและเพศผู้ตามลำดับ มีขนาดของผู้ล่าต่อเหยื่อประมาณ 40:1 สอดคล้องกับที่ Hansen (1994) ได้รายงานถึงสัดส่วนระหว่างแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นผู้ล่าต่อเหยื่อแปรผันอยู่ในช่วง 1:1 ถึง ประมาณ 100:1

ผลการศึกษาช่วงเวลาในการกินอาหารของ *P. annandalei* ในรอบ 24 ชั่วโมง บริเวณสะพานตัวที ปากคลองปากนคร ใกล้สถานี PP7 อ่าวปากพนังตอนนอก บริเวณปากคลองปากนคร พบว่า *P. annandalei* เพศเมียมีปริมาณของ gut chl *a* สูงกว่าเพศผู้ แต่ปริมาณ gut phaeopigment ของเพศผู้สูงกว่าเพศเมีย ซึ่งอาจแสดงว่าอัตราการย่อยของ *P. annandalei* เพศผู้สูงกว่า *P. annandalei* เพศเมีย ซึ่งมีรูปแบบการกินอาหารในเวลากลางคืนสูงกว่าในเวลากลางวัน โดยค่า gut pigment ในโคพีพอดทั้งเพศผู้และเพศเมียมีค่าสูงสุดในช่วงน้ำกำลังขึ้นกลางคืนเวลา 23.00 น. ของวันที่ 25 พฤษภาคม 2551 ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำกำลังไหล และค่า gut pigment ในเพศเมียมีค่าเพิ่มขึ้นอีกในเวลา 14.00 น. ของวันที่ 26 พฤษภาคม 2551 ซึ่งเป็นช่วงน้ำไหลเช่นเดียวกัน การที่โคพีพอด *P. annandalei* มีค่า gut fluorescence สัมพันธ์กับช่วงเวลาน้ำขึ้นน้ำลง แสดงว่ามันมีรูปแบบการกินอาหารเป็นแบบ diurnal feeding rhythms สอดคล้องกับการศึกษา Stearns (1986) ได้รายงานว่า *A. tonsa* มีรูปแบบการกินอาหารแบบ nocturnal feeder คือ ในเวลากลางวันมีค่า gut fluorescence แปรผันอยู่ในช่วง 0.25 ถึง 0.41 ng pigment copepod^{-1} ส่วนเวลากลางคืน gut fluorescence แปรผันอยู่ในช่วง 0.75 ถึง 0.85 ng pigment copepod^{-1} เช่นเดียวกับการศึกษาของ Tsuda and Nemoto (1988) ในรอบ 34 ชั่วโมง พบว่าค่า gut fluorescence ของ *Paracalanus* spp. , *Pseudodiaptomus marinus* และ *O. davisae* แสดงผลรูปแบบของ nocturnal feeding และ Arinardi *et al.* (1990) ใน upwelling บริเวณ Banda Sea ประเทศอินโดนีเซีย พบว่าโคพีพอดเพศเมีย 27 ชนิด มีการกินอาหารแบบ diurnal feeding rhythms โดยโคพีพอดประมาณร้อยละ 60 ของชนิดโคพีพอดทั้งหมด มีค่า gut fluorescence มีค่าสูงในช่วงกลางคืน สอดคล้องกับการศึกษาของ การศึกษาของ Kerambrun and Champalbert (1995) พบว่า *A. patersoni* ทั้งเพศผู้และเพศเมีย มีค่า gut fluorescence สูงในช่วงเวลากลางคืน ระหว่างเวลา 19.45 และ 23.45 น. โดยมีค่าคลอโรฟิลล์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.7 ถึง 7.8 ng ind^{-1} และ phaeopigment อยู่ในช่วง 4.1 ถึง 16 ng ind^{-1} และมีค่าต่ำ

ในช่วงเวลากลางวัน เวลา 12.30 น. มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.8 ถึง 6.5 ng ind^{-1} มีรูปแบบในการกินเป็น daily rhythm และการศึกษาของ Zeldis *et al.* (2002) ใน subtropical frontal zone ประเทศนิวซีแลนด์ ค่า phaeopigment content ของโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 200 และ 500 ไมโครเมตร ในเวลากลางคืนสูงกว่าในเวลากลางวัน ยกเว้นโคพีพอดขนาดใหญ่กว่า 1000 ไมโครเมตร มีการกินอาหารในเวลากลางวันสูงกว่าในช่วงเวลากลางคืน

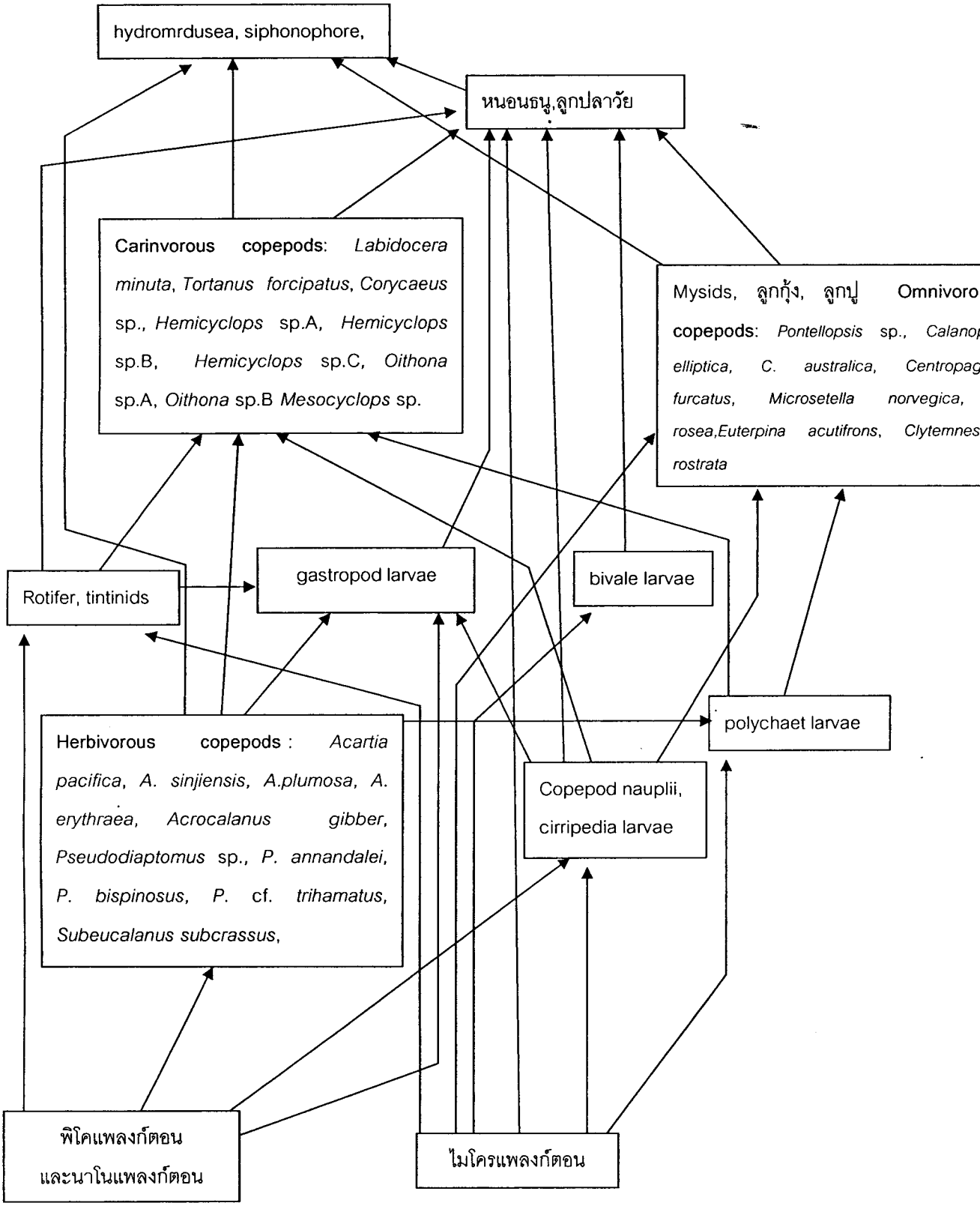
ผลการศึกษารงควัตถุของโคพีพอดชนิดเด่นด้วยวิธี HPLC พบรงควัตถุชนิด astaxanthin ซึ่งเป็นรงควัตถุที่สามารถพบได้ในสาหร่ายสีเขียวบางชนิด และเป็นรงควัตถุที่มีปริมาณน้อย (minor pigment) ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นรงควัตถุหลักได้ช่วงที่สารอาหารจำกัดในสาหร่ายบางชนิด และเป็นรงควัตถุที่พบเฉพาะในแพลงก์ตอนสัตว์ที่กินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร เนื่องจากโคพีพอดสามารถสังเคราะห์ชนิด astaxanthin โดยนำรงควัตถุในกลุ่ม β-carotene ได้แก่ lutein และ zeaxanthin จากแพลงก์ตอนพืชมาสังเคราะห์ด้วยกระบวนการออกซิเดชั่น (Goodwin, 1960) ได้เป็น astaxanthin ซึ่ง β-carotene ที่กล่าวมานั้นพบได้ในแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม chromophyte algae astaxanthin ส่วนใหญ่ปรากฏร่วมกับ mixed fatty acid mono- และ diesters (Jeffrey *et al.*, 1997) โดยโคพีพอด *P. annandalei* บริเวณสะพานตัวทีปากคลองปากนคร จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นโคพีพอดกลุ่มกินพืชซึ่งไม่สามารถสร้าง astaxanthin ได้เองแต่สามารถพบได้จากการเกิดกระบวนการทางชีวเคมีในเนื้อเยื่อ จากการศึกษาของ Lotocka *et al.* (2004) พบรงควัตถุชนิด astaxanthin ในโคพีพอด *Acartia* spp. ในพัฒนาการแต่ละระยะแบ่งเป็นโคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius, ระยะ copepodid และระยะตัวเต็มวัย โดยในโคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius มี astaxanthin สูงกว่าในระยะ copepodid และระยะตัวเต็มวัย ซึ่งมีปริมาณ astaxanthin เท่ากับ 487 μg g^{-1}d.w. , 293 μg g^{-1}d.w. และ 279 μg g^{-1}d.w. ตามลำดับ และจากการศึกษาของ Antajan and Gasparini (2004) พบรงควัตถุชนิด astaxanthin จากโคพีพอดชนิด *Temora longicornis* และ *Centropages hamatus* เมื่อเปรียบเทียบรงควัตถุที่สกัดได้ในช่วงเริ่มต้นกับรงควัตถุที่สกัดได้เมื่อเวลาผ่านไป 90 นาทีพบว่ารงควัตถุหลายชนิดสลายไปและบางชนิดมีปริมาณลดลง แต่ astaxanthin เมื่อเวลาผ่านไป 90 นาที ยังมีปริมาณที่สังเกตได้ ส่วนการศึกษารงควัตถุของโคพีพอดชนิดเด่น ในฤดูฝนพบรงควัตถุชนิด chlorophyll *c*, diatoxanthin แสดงว่าโคพีพอดในฤดูนี้มีอาหารเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม chromophyte algae คือ diatom, prymnesiophytes, chrysophytes และ dinoflagellate ส่วนในฤดูแล้งพบเฉพาะ รงควัตถุชนิด chlorophyll *c* ทั้งนี้ตัวอย่าง โคพีพอดที่เก็บในฤดูฝนและฤดูแล้งไม่พบรงควัตถุชนิด astaxanthin ตัวอย่างโคพีพอดชนิดเด่น 3 ชนิด ที่เก็บมาศึกษาอาจยังมีการย่อยอาหารไม่หมดจึงยังไม่มีการสะสม astaxanthin ในทั้ง 2 ฤดู ส่วนโคพีพอดชนิด *P. annandalei* ในรอบ 24 ชั่วโมง มีการสังเคราะห์ astaxanthin และเก็บสะสมไว้ในเนื้อเยื่อ

4. บทบาทของโคพีพอดในระบบนิเวศอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

แพลงก์ตอนสัตว์ส่วนใหญ่ในระบบนิเวศ มีบทบาทเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตปฐมภูมิของระบบนิเวศ เช่น แพลงก์ตอนพืช กับผู้บริโภคในลำดับสูงขึ้นไปในระบบนิเวศ เช่น ลูกปลาวัยอ่อน, หนอนธนู เป็นต้น ซึ่งความสัมพันธ์ในแง่ของอาหาร การถ่ายทอดพลังงานระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนสัตวกับแพลงก์ตอนสัตว์ด้วยกันเองที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศป่าชายเลนและชายฝั่ง ทำให้มีรูปแบบของสายใยอาหารที่หลากหลายและมีความซับซ้อนของสายใยอาหารแตกต่างในแต่ละบริเวณ โดยสายใยอาหารในระบบนิเวศจะเริ่มจากแพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นผู้ผลิตปฐมภูมิของระบบนิเวศนั้นๆ ประกอบด้วยกลุ่มไมโครแพลงก์ตอน กลุ่มขนาดพิโคแพลงก์ตอนและขนาดนาโนแพลงก์ตอน ซึ่งถูกกินโดยแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มกินพืชและกลุ่มที่กินทั้งพืชและสัตว์ ในขณะเดียวกันแพลงก์ตอนเหล่านี้จะถูกกินโดยกลุ่มที่กินสัตว์ที่มีขนาดใหญ่กว่าและถูกกินโดยลูกสัตว์น้ำเศรษฐกิจ ต่างๆ ได้แก่ ลูกปลา ลูกกุ้ง ลูกปู ซึ่งอยู่ใน trophic level ที่สูงขึ้นไป เมื่อลูกสัตว์น้ำเศรษฐกิจเหล่านี้โตขึ้นก็กลายเป็นสัตว์น้ำขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญต่อการประมงและทางด้านเศรษฐกิจ

ภาพรวมของสายใยอาหารในระบบนิเวศบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช (รูปที่ 84) เริ่มจากแพลงก์ตอนพืช ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* จากแพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 กลุ่มขนาด ซึ่งถูกกินโดยแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นในบริเวณนี้คือ โคพีพอดวัยอ่อนระยะ nauplius, calanoid copepods, cyclopoid copepods ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า mysids มีความสัมพันธ์ค่อนข้างเด่นชัดกับปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* รวม เช่น ในฤดูฝนบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก ต่างกับในฤดูแล้งพบว่า alima larvae มีแนวโน้มแปรผกผันกับปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ*

จากองค์ประกอบของแพลงก์ตอนสัตว์แสดงให้เห็นว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่เป็นผู้ล่า ได้แก่ หนอนธนู larvacean hydromedusea และ siphonophore โดย hydromedusea พบได้ทุกสถานีและตลอดการศึกษาในครั้งนี้แต่มีปริมาณค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด ส่วนหนอนธนูเป็นผู้ล่าที่สำคัญของโคพีพอดพบกระจายในบริเวณป่าชายเลนและอ่าวปากพนังตอนนอก ยกเว้นบริเวณปากแม่น้ำปากพนังและป่าชายเลนฝั่งตะวันตก (PP5) และ siphonophore เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่เป็นผู้ล่าพบมีความหนาแน่นน้อย ซึ่งพบเฉพาะบริเวณปลายแหลมตะลุมพุก สอดคล้องกับการศึกษาของ ศิริลักษณ์ ช่วยพนัง (2541) ในบริเวณป่าชายเลนอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง พบว่า siphonophore เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่เป็นผู้ล่าพบมีความหนาแน่นน้อย



รูปที่ 84 สายใยอาหารที่เกี่ยวกับโคพีพอดและแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝนเดือนตุลาคม พ.ศ. 2550 ซึ่งอยู่ในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และในฤดูแล้งเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2551 ซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือ โดยเน้นการศึกษานิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่น 3 ชนิด ได้แก่ *Pseudodiaptomus annandalei*, *Pseudodiaptomus* sp. และ *Acartia sinjiensis* ได้ผลดังนี้

นิเวศวิทยาการกินอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

โคพีพอดชนิดเด่น 3 ชนิด ได้แก่ *Pseudodiaptomus annandalei*, *Pseudodiaptomus* sp. และ *Acartia sinjiensis* เป็น herbivore โดยมีอาหารเป็นแพลงก์ตอนพืช คือ cyanobateria ซึ่งเป็น auto trophic prokaryote หรือ eukaryote กลุ่ม haptophytes เนื่องจากบริเวณกระเพาะและทางเดินของโคพีพอดทั้ง 3 ชนิด เรืองแสงสีส้มเมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสงสีฟ้า โดยในฤดูฝนโคพีพอดชนิด *P. annandalei* บริเวณปลายแหลมตะลุมพุกมีค่า gut pigment สูงสุด ส่วน *Pseudodiaptomus* sp. ในบริเวณปากแม่น้ำปากพนังมีค่า gut pigment สูงสุด ส่วนในช่วงฤดูแล้งพบว่าโคพีพอดชนิด A. *sinjiensis* ทั้งเพศผู้และเพศเมียมีค่า gut pigment ต่ำกว่า 0.20 $\mu g\ ind^{-1}$ ส่วนโคพีพอดชนิด *P. annandalei* และ *Pseudodiaptomus* sp. เพศเมียมีค่า gut pigment สูงกว่าเพศผู้ในทั้งสองฤดู

ในฤดูฝน *P. annandalei* เพศเมียมีค่า gut pigment สูงสุดคือ 1.17 $\mu g\ ind^{-1}$ และ 0.22 $\mu g\ ind^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนเพศผู้นั้นมีค่า เท่ากับ 0.35 $\mu g\ ind^{-1}$ และ 0.71 $\mu g\ ind^{-1}$ ซึ่งสูงสุดบริเวณปลายแหลมตะลุมพุก พบว่าเพศผู้มีค่า gut pigment ต่ำกว่าเพศเมีย ส่วนในช่วงฤดูแล้งบริเวณปากคลองปากนครมีค่า gut pigment สูงสุด *P. annandalei* เพศเมียมีค่า gut chl *a* 0.342 $\mu g\ ind^{-1}$ และ gut phaeopigment 1.439 $\mu g\ ind^{-1}$ ส่วนเพศผู้ มีค่าเท่ากับ 0.172 $\mu g\ ind^{-1}$ และ 0.792 $\mu g\ ind^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่ *Pseudodiaptomus* sp. มี gut pigment สูงสุดบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตก มีค่า gut chl *a* 0.534 $\mu g\ ind^{-1}$ และ gut phaeopigment 0.156 $\mu g\ ind^{-1}$ ค่า gut pigment ของโคพีพอดชนิดเด่นทั้ง 3 ชนิดบริเวณอ่าวปากพนังแปรผันตามปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนและพิโคแพลงก์ตอน ซึ่งน่าจะเป็นอาหารของโคพีพอด เนื่องจากขนละเอียด (plumose setae) บน setae บนรยางค์ในการกินอาหารของ A. *sinjiensis* ห่างประมาณ 3 ไมโครเมตร *Pseudodiaptomus* sp. และ *P. annandalei* มีระยะห่างระหว่างขนละเอียดบน setae ถี่กว่า 3 ไมโครเมตร ซึ่งเหมาะสมกับการกรองนาโนแพลงก์ตอนที่มีขนาด 2 – 20 ไมโครเมตร และพิโคแพลงก์ตอนที่มีขนาด 0.2 – 2.0 ไมโครเมตร

โคพีพอดชนิดเด่น คือ *Pseudodiaptomus annandalei* มีค่า gut pigment สูงสุดในช่วงน้ำกำลังขึ้นในเวลากลางคืนเพศเมียมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง gut chl *a* 0.04 ถึง 0.17 $\mu g\ ind^{-1}$ และ gut phaeopigment มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.39 $\mu g\ ind^{-1}$ ส่วนในเพศผู้มีค่าเฉลี่ยของ gut chl *a* อยู่ในช่วง 0.03 ถึง 0.16 $\mu g\ ind^{-1}$ และ gut phaeopigment มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.50 ถึง 0.86 $\mu g\ ind^{-1}$ พบว่า *P. annandalei* เพศเมียมี

ปริมาณของ gut chl *a* สูงกว่าเพศผู้ แต่ปริมาณ gut phaeopigment ของเพศผู้สูงกว่าเพศเมีย มีรูปแบบการกินอาหารแบบ diurnal feeding rhythms พบว่าโคพีพอดชนิด *P. annandalei* กินอาหารในมวลน้ำ ซึ่งค่า gut pigment แปรผันตามช่วงเวลาน้ำขึ้นน้ำลงในรอบวัน ในเวลากลางคืนสูงกว่าในเวลากลางวันซึ่งตรงกับช่วงน้ำกำลังขึ้น

รงควัตถุในกระเพาะอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนังพบทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ astaxanthin, chlorophyll *c*, diatoxanthin และ Unidentified pigment ซึ่งรงควัตถุชนิด astaxantin พบได้น้อยในแพลงก์ตอนพืชแต่โคพีพอดสามารถสังเคราะห์ astaxantin ได้จาก lutein และ zeaxanthin จากแพลงก์ตอนพืช และโคพีพอดเพศเมียทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณรงควัตถุในกระเพาะสูงกว่าเพศผู้

ความหลากชนิดและโครงสร้างประชากรโคพีพอดในบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

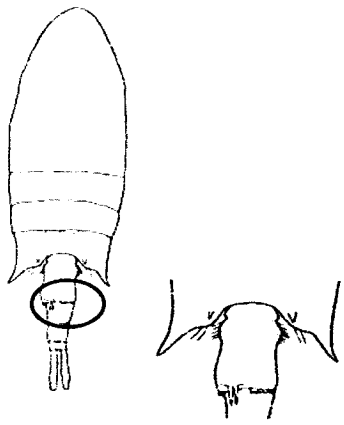
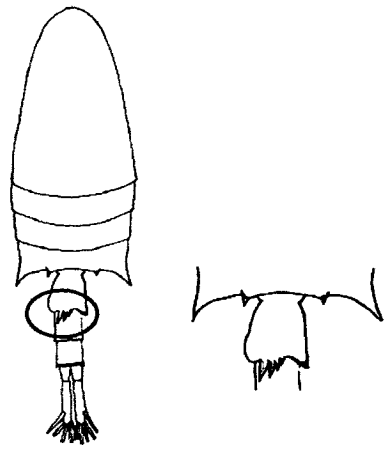
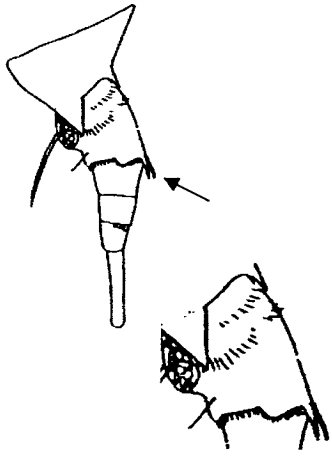
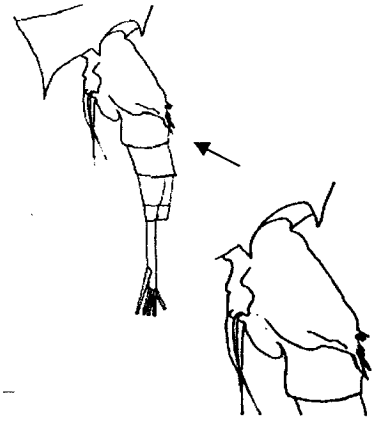
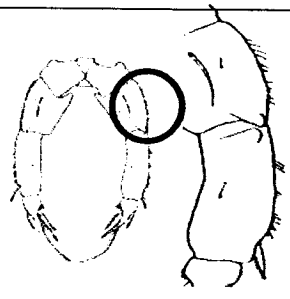
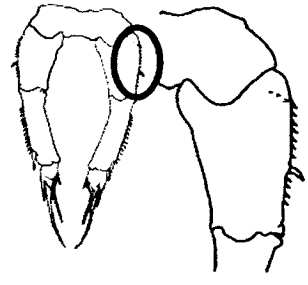
โคพีพอดที่พบอยู่ในกลุ่มคือ Calanoid copepods, Cyclopoid copepods, Poecilostomatoid copepods, Hapacticoid copepods และ Siphonostomatoid copepods โดยพบโคพีพอดทั้งสิ้น 29 ชนิด จาก 16 ครอบครัว โคพีพอดชนิดเด่นมีความหนาแน่นสูงและสามารถพบได้ทุกสถานีทั้งสองฤดูคือ *Pseudodiaptomus annandalei* โคพีอดชนิดเด่นรองลงมาได้แก่ *Pseudodiaptomus* sp. และ *Acartia sinjiensis* ในการศึกษาครั้งนี้พบโคพีพอดที่ไม่มีรายงานในน่านน้ำไทย 1 ชนิดได้แก่ *Pseudodiaptomus* cf. *trihamatus* โดยความหลากชนิดของโคพีพอดในบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชสามารถแบ่งได้สองกลุ่มตามสภาพแวดล้อม คือ กลุ่มที่น่าจะเป็น estuarine species เนื่องจากทนความเค็มได้ในช่วงกว้าง ได้แก่ โคพีพอดชนิด *Pseudodiaptomus* sp., *P. annandalei* A. *sinjiensis* และ *Caligus* sp.A สามารถพบได้ทั้งในป่าชายเลน และอ่าวปากพนัง ซึ่งมีความเค็มอยู่ในช่วง 5.70 ถึง 30.43 psu โคพีพอดกลุ่มที่สองน่าจะเป็น marine species พบเฉพาะปลายแหลมตะลุมตะพุก มีความเค็มประมาณ 30 psu ได้แก่ *Calanopia australica*, *Labidocera minuta*, *Subeucalanus subcrassus* และ *Centropages furcipatus*

โคพีพอดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีความหลากหลายในการกินอาหาร จึงจำแนกโคพีพอดในการศึกษาครั้งนี้ตามระดับ trophic level ได้หลายระดับ คือ โคพีพอดกลุ่มกินพืช กลุ่มกินสัตว์ กลุ่มกินทั้งพืชทั้งสัตว์ กลุ่มปรสิต กลุ่มที่กินเศษซาก โดยโคพีพอดชนิดเด่นทั้ง 3 ชนิดคือ P. annandalei, Pseudodiaptomus sp. และ A. singiensis เป็นโคพีพอดกลุ่มกินพืช พบว่าสายใยอาหารที่เกี่ยวกับแพลงก์ตอนสัตว์และโคพีพอดของบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีความซับซ้อนของสายใยอาหารเนื่องจาก โคพีพอดที่มีความหลากหลายของการกินอาหารทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานไปยังผู้ล่าได้หลายกลุ่ม

ความหลากหลายและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่าวปากพนัง

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในฤดูฝน (เดือนตุลาคม 2550) และฤดูแล้ง (เดือนพฤษภาคม 2551) พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งสิ้น 45 กลุ่มจาก 14 ไฟลัม ประกอบด้วยแพลงก์ตอนชั่วคราว 13 กลุ่ม และแพลงก์ตอนถาวร 32 กลุ่ม พบ copepod ระยะ nauplius เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น มีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงกว่า 4.5×10^6 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร พบหนาแน่นสูงสุดบริเวณป่าลำพู ส่วนในฤดูแล้งมีความหนาแน่นเฉลี่ย 5.2×10^6 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 100 ลูกบาศก์

ตารางที่ 14 สัณฐานวิทยาเปรียบเทียบระหว่าง *Pseudodiaptomus trihamatus* และ *Pseudodiaptomus cf. trihamatus*

ลักษณะสำคัญ	*Pseudodiaptomus trihamatus*[1]	*Pseudodiaptomus* cf. *trihamatus*[2]
Prosome		
Urosome		
5^{th} leg		

ที่มา: 1 Walter (1984) 2. จากการศึกษาครั้งนี้

เมตร โดยมีแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นรองลงมา ได้แก่ calanoid copepods และ cyclopid copepods และพบกลุ่มเด่นรองลงมาซึ่งแปรผันตามฤดูกาล ได้แก่ mysids พบในฤดูฝนมีสัดส่วนความหนาแน่นคิดเป็นร้อยละ 60 ของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรในฤดูฝน และ alima larvae พบในฤดูแล้งมีสัดส่วนความหนาแน่นเฉลี่ยคิดเป็นประมาณร้อยละ 16 ของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่กว่า 330 ไมโครเมตรในฤดูแล้ง พบว่าบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์สูงสุด ซึ่งบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกได้รับอิทธิพลจากทะเลโดยตรง ส่งผลให้บริเวณปลายแหลมตะลุมพุกมีความเค็มแปรผันในช่วง 30.40 ถึง 30.43 psu จึงพบแพลงก์ตอนสัตว์หลากหลายกว่าบริเวณอื่น

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูแล้ง ซึ่งในฤดูฝนแพลงก์ตอนสัตว์มีความหนาแน่นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.77×10^{2} ถึง 2.56×10^{8} ตัวต่อปริมาตรน้ำ100 ลบ.ม. และในฤดูแล้งแพลงก์ตอนสัตว์มีความหนาแน่นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.06 $\times 10^{2}$ ถึง 2.30×10^{7} ตัวต่อปริมาตรน้ำ100 ลูกบาศก์เมตร ในฤดูฝนพบว่าบริเวณป่าชายเลนฝั่งตะวันตกสถานี (PP6) ใกล้แนวป่าชายเลนระหว่างคลองบางเปี๊ยะและคลองบางจากและสถานี (PP5) ใกล้แนวป่าชายเลนหมู่บ้านบางลึกมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์รองลงมา

ข้อเสนอแนะ

1. ผลการศึกษาอาหารของโคพีพอดชนิดเด่นด้วยวิธี gut fluorescence ปริมาณ gut chl *a* และ gut phaeopigment มีค่าต่ำเนื่องจากอาหารของโคพีพอดในกระเพาะของโคพีพอดอาจถูกย่อยก่อนการเก็บตัวอย่าง และเนื่องจากในการเก็บรักษาตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 85 องศาเซลเซียส และควรวิเคราะห์ gut fluorescence หลังจากออกภาคสนาม เนื่องจากจะได้ผลของ gut fluorescence ที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด

2. การศึกษาครั้งนี้ตัวอย่างโคพีพอดในการวิเคราะห์ HPLC ได้ตัวอย่างไม่ครอบคลุมโคพีพอดทั้งสามชนิดและทั้งสองเพศ ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรคัดแยกตัวอย่างโคพีพอดชนิดที่มีความหนาแน่นสูงในการวิเคราะห์อาหารด้วย gut fluorescence และ HPLC ซึ่งทำให้สามารถอธิบายชนิดอาหารของโคพีพอดได้ชัดเจน

3. การศึกษาสัณฐานวิทยาของรยางค์ในการกินอาหารของโคพีพอด ด้วย SEM จำเป็นต้องเลือกโคพีพอดตัวที่มีรยางค์ในการกินอาหารกางออกให้เห็น setae ที่ชัดเจน ดังนั้นในการศึกษารยางค์การกินอาหารของโคพีพอดควรเลือกโคพีพอดที่รยางค์แผ่กางออก หรือในขั้นตอนการเก็บตัวอย่างในภาคสนามควรทำให้โคพีพอดสลบด้วยความเย็นก่อนเก็บรักษาสภาพด้วยน้ำยาดอง

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางทะเล จังหวัดนครศรีธรรมราช. เล่มที่ 14/23 กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ. 2551. มาตราน้ำ น่านน้ำไทย แม่น้ำเจ้าพระยา-อ่าวไทย-ทะเลอันดามัน พ.ศ.2551. โรงพิมพ์กองสร้างแผนที่ กรมอุทกศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ขวัญเรือน ศรีนุ้ย. 2550. การกระจายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำตลอดแนวชายฝั่งทะเลภาคตะวันตกของประเทศไทย. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (section T) ปีที่ 6 ฉบับพิเศษ 1:221-230.

จินตนา ปลาทอง. 2541 สถานภาพป่าชายเลนในภาคใต้ของประเทศไทย. Wetlands International Thailand Promgramme. เอกสารตีพิมพ์ ลำดับที่ 5

ณัฏฐวดี ภูคำ. 2551. ความหลากหลายชนิดของคาลานอยด์โคพีพอดในน่านน้ำไทย ทะเลอันดามัน. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐพันธ์ กิตติชาติเชาวลิต. 2550. ความหลากหลายและความชุกชุมของประชากร Copepods บริเวณอ่าวไทยตอนบน. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิพย์นภา สุวรรณสนิท. 2550. พัฒนาการและการทดแทนประชากรปูแสม *Neoepisesarma mederi* (H. Milne Edward, 1853). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธิดา หรบรรพ์ และ สินธุวัฒน์ สุทธิอาจังหวัด 2543. ผลกระทบของอาหารต่อระยะการพัฒนา, การรอดและการสืบพันธุ์โคพีพอด (Cyclopoid copepod: *Microcyclops varicans Sara* เอกสารวิชาการฉบับที่ 13/2543. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี.

นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร. 2550. ชีววิทยาของครัสเตเชียน. พิมพ์ครั้งที่ 2. โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์ กรุงเทพมหานคร.

บัณฑิต สิขัณฑกสมิต. 2545. การแปรผันในรอบปีของประชากร Copepod, Cladocera และ Rotifer ในป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปราโมทย์ โศจิศุภร, ชาลี ครองศักดิ์ศิริ, นิคม อ่อนสี และณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, 2551. บทที่ 2 ลักษณะทางสมุทรศาสตร์กายภาพในอ่าวปากพนัง. ใน ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, ศิริวรรณ ศิริบุญ, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, ปราโมทย์ โศจิศุภร และ อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์ (บรรณาธิการ). การประเมินเสถียรภาพของระบบนิเวศปากแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเล (Estuary) อ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช. กลุ่มวิจัยและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 31-100.

พรเทพ พรรณรักษ์. 2547. ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณชายฝั่งทะเลคลองปากเมง จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพลิน จิตรชุ่ม และ ลัดดา วงศ์รัตน์. 2550. องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของโคพีพอดบริเวณอ่าวมะนาว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (section T) ปีที่ 6 ฉบับพิเศษ 1:133-142.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2543. แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton). พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ศิริลักษณ์ ช่วยพนัง. 2541. แพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณป่าชายเลน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง โดยเน้นกุ้งและปูวัยอ่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริลักษณ์ ช่วยพนัง, ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย, ณัฏฐินี เอี่ยมสมบูรณ์, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และณิฏฐารัตน์ ปภาสิทธิ์.2545. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในป่าชายเลน: กรณีศึกษาคลองสิเกา จังหวัดตรัง และบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร. ใน อิชฌิกา พรหมทอง, ศิริมาศ สุขประเสริฐ, นิรุชา มงคลแสงสุรีย์ และ พรเทพ พรรณรักษ์ (บรรณาธิการ) รวมบทความทางวิชา "แพลงก์ตอนและสาหร่ายขนาดเล็ก" ปี พ.ศ. 2540 - พ.ศ. 2545. หน่วยปฏิบัติการนิเวศวิทยา ภาควาชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 104 – 118.

สุนันท์ ภัทรจินดา,ภูริภัทร หุวะนันทน์, ณัฏฐวดี ภูคำ, เกสร เทียรพิสุทธิ์, เอกพล รัตนพันธ์ และปรีดามน คำวชิรพิทักษ์. 2550 ก. องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนบริเวณอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสุรินทร์ จังหวัดพังงา. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (section T) ปีที่ 6 ฉบับพิเศษ 1:119-131.

สุนันท์ ภัทรจินดา, ณัฏฐวดี ภูคำ และปรีดามน คำวชิรพิทักษ์. 2550 ข. ความหลากชนิดของโคพีพอดบริเวณอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จังหวัดพังงา. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (section T) ปีที่ 6 ฉบับพิเศษ 1:143-152.

สุนีย์ สุวภีพันธ์, ผสุดี ศรีพยัตต์ และวิเชียร วิเชียรวรกุล. 2522. แพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณป่าเลน รายงานวิชาการที่ สจ/22/5. สถานวิจัยประมงทะเล กองประมงทะเล กรมประมง.

สุนีย์ สุวภีพันธ์. 2527. แพลงก์ตอนสัตว์ในอ่าวไทย: คู่มือการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 9. สถานีวิจัยประมงทะเล กองประมงทะเล กรมประมง.

สุนีย์ สุวภีพันธ์. 2529. แพลงก์ตอนในอ่าวไทย:คู่มือการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 9. สถานวิจัยประมงทะเล กองประมงทะเล กรมประมง.

โสภาวดี มูลเมฆ. 2549. ความชุกชุมและการกระจายของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบบริเวณป่าชายเลนยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตววิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์. 2545. การศึกษาแพลงก์ตอนทะเลในประเทศไทย. รวมบทความทางวิชาการ "แพลงก์ตอนและสาหร่ายขนาดเล็ก" ปี พ.ศ. 2540 - พ.ศ. 2545. ใน อิชฌิกา พรหมทอง, ศิริมาศ

สุขประเสริฐ, นิรุชา มงคลแสงสุรีย์ และ พรเทพ พรรณรักษ์ (บรรณาธิการ) หน่วยปฏิบัติการนิเวศวิทยาภาควาชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 1 – 14.

อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์. 2545. แพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กในระบบนิเวศป่าชายเลนของไทย. ประชากรและทรัพยากรชายฝั่งทะเล Population and Coastal Resources (รวมบทความทางวิชาการ). สนับสนุนโดยทุนเมธีวิจัยอาวุโส สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ศาสตราจารย์ ดร. สนิท อักษรแก้ว. วิทยาลัยประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, วรพร ธรางกูร, ปิยะรัตน์ เข้าชี้, บัณฑิต สิขัณฑกสมิต, พรเทพ พรรณรักษ์, ณิฏฐารัตน์ ปภาสิทธิ์ และ อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์ . 2547. ความหลากหลายและผลผลิตของแพลงก์ตอนในสวนป่าชายเลนและเอสทูรี่แม่น้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช. ใน สนิท อักษรแก้ว, ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, เสาวภา อังสุภานิช, กัลยา วัฒยากร, สุนันทา สุวรรณโณดม และอิชฌิกา ศิวายพราหมณ์ (บรรณาธิการ), การจัดการสวนป่าชายเลนแบบผสมผสานเพื่อการพัฒนาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพมหานคร. หน้า 289 - 331.

อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, ชลธยา ทรงรูป, นิรุชา มงคลแสงสุรีย์, วรญา ไขว้พันธุ์ และวิชญา กันบัว. 2550. บทที่3 สวัสดิการชายฝั่งทะเลปราณ. ใน ณิฏฐารัตน์ ปภาสิทธิ์, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์ และพรเทพ พรรณรักษ์ (บรรณาธิการ). พลิกป่าฟื้นสู่ศูนย์ฯ สิรินาถราชินี. บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน).

อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์, จำลอง โตอ่อน, ชลธยา ทรงรูป, พรเทพ พรรณรักษ์, นิรุชา มงคลแสงสุรีย์, วิชญา กันบัว, สุพิชญา วงศ์ชินวิทย์, เอกพล อ่วมนุช, ศุภมัย พรหมแก้ว, เพ็ญไพลิน อุดมรัตน์ และศิริมาศ สุขประเสริฐ. 2551. บทที่ 3 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรชีวภาพในอ่าวปากพนัง.ใน ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, ศิริวรรณ ศิริบุญ, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, ปราโมทย์ โศจิศุภร และ อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์ (บรรณาธิการ). การประเมินเสถียรภาพของระบบนิเวศปากแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเล (Estuary) อ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช. กลุ่มวิจัยและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 101-258.

อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์, ณิฏฐารัตน์ ปภาสิทธิ์, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, พรเทพ พรรณรักษ์, สุพิชญา วงศ์ชินวิทย์ และกรอร วงษ์กำแหง. 2550. บทที่ 6 เคหาสน์สีเขียว. ใน ณิฏฐารัตน์ ปภาสิทธิ์, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์และพรเทพ พรรณรักษ์ (บรรณาธิการ). ป่าชายเลนปราณบุรี การเกื้อกูลสรรพชีวิตชายฝั่ง. บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน).

ภาษาอังกฤษ

Antajan, E. and Gasparini S. 2004. Assessment of Cryptophyceae ingestion by copepods using alloxanthin pigment: a caution. Mar Ecol Prog Ser. 274: 191-198.

Arar, E. J. and Collins, G. B. 1992. Method 445.0: In vitro determination of chlorophyll a and phaeophytin a in marine and freshwater phytoplankton by epifluorescence. In USEPA Method for the Determination of Chemical Subsatances in Marine and Esturine Environment Samples, EPA/600/R92/121. Environmental Protection Agency. Ohio, U.S.A.

Arinardi, O.H., Baars, M.A. and Oosterhuis, S.S. 1990. Grazing in tropical copepod, measured by gut fluorescence, in relation to seasonal upwelling in the Banda Sea (Indonesia). Net. J. Sea Res. 25(4): 545 – 560.

Båmstedt, U., Gifford, D.J., Irigoien, X., Atkinson, A. and Roman, M. 2000. Feeding In: Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J. and Skjoldal, H.R. (eds), ICES Zooplankton Methodology Manual. Academic Presss, London, pp. 297 – 399.

Barnes, R.D.1987. Invertebrate Zoology fifth edition. Saunders College Publishing. United States.

Boltovskoy, D. 1999. South Atlantic Zooplankton vol.2. Backhuys Publishers. Leiden.

Boxshall, G. and Halsey, S. H. 2004. An Introduction to Copepod Diversity. The Ray Society Series, London.

Breier, C.F. and Buskey, E.J. 2007. Effects of the red tide dinoflagellate, *Karenia brevis*, on grazing and fecundity in the copepod *Acartia tonsa*. J. Plankton Res. 29(2): 115 – 126.

Calbet, A., Carlotti, F. and Gaudy,R. 2007. The feeding ecology of the copepod Centropages typicus (Kröyer). Prog. Ocean. 72: 137-150.

Chang, F.H. 1988. Distribution, abundance and size composition of phytoplankton off Western New February 1982. New Zealand. J. Mar. Freshw. Res. 22: 345-367.

Clarke, K. R. and Warwick, R. M. 1994. Change in marine communities approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory. UK.

Conway, D.V.P. White, R.G. Hugues-Dit-Cile, J. Gallienne, C.P. and Robins, D.B. 2003. Guide to the Coastal and Surface Zooplankton of the South-western Indian Ocean. Marine Biological Association of the United Kingdom Occasional Publication No. 15.

Cook, K.B., Bunker, A., Hay, S., Hirst, A.G. and Speirs, D.C. 2007. Naupliar development times and survival of the copepods *Calanus helgolandicus* and *Calanus finmarchicus* in relation to food and temperature. J. Plankton Res. 29(9): 757 – 767.

Davis, C.C. 1955. The Marine and Fresh water Plankton. Michigan State University Press.

Fileeman, E., Smith, T. and Harris, R. 2007. Grazing by *Calanus helgolandicus* and *Para – Pseudocalanus* spp. on phytoplankton and protozooplankton during the spring bloom in the Celitic Sea. J. Exp Mar Biol Ecol. 348 (2007) 07 -84.

Finlay, K. and Roff , J.C. 2004. Radiotracer determination of the diet of calanoid copepod nauplii and copepodites in a temperate estuary. ICES Journal of Marine Science. 61: 552 – 562

Frost, B. W. 1972. Effects of size and concentration of food particles on the feeding behavior of the marine planktonic copepod *Calanus pacificus*. Limnol. Oceanogr. 17(6): 805 – 815.

Frost, B. W.1977 Feeding behavior of *Calanus pacificus* in mixtures of food particles . Limnol. Oceanogr. 22(3): 472 – 491.

Goodwin, T.W. 1960. Biochemistry of pigment. In: Waterman Th(ed) The Physiology of Crustacean, Vol I, Metabolism and Growth. Academic Press, New York, p. 101-104.

Greene, C.H. and Landry, M.R. 1985. Pattern of prey selection in the cruising calanoid predator Euchaeta elonata. Ecology 66, 1408-1416.

Hansen, B., Bjørnsen, P.K. and Hansen, P.J. 1994. The size ratio between planktonic predators and their prey. Limnol Oceanogr. 39(2):395-403.

Huggett, J. and Grieve, J.B. 2007. Guide to Some Common Copepods in the Benguela Current LME. Zooplankton workshop. Swakopmund, Namibia.

Islam, M.S., Ueda, H. and Tanaka, M. 2005. Spatial distribution and trophic ecology of dominant copepods associated with turbidity maximum along the salinity gradient in a highly embayed estuarine system in Ariake Sea, Japan. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 316: 101-115.

Itoh, H. and Nishida, S. 1998. A new species of *Hemicyclops* (Copepoda, Poecilostomatoida) from burrows of the ocypodid crab *Macrophthalmus japonicus* in an estuarine mud-flat in Tokyo Bay, Japan Hydrobiologia. 379:85-92.

Itoh, H. and Nishida, S. 2002. A new species of *Hemicyclops* (Copepoda, Poecilostomatoida) from burrows of the mud shrimp *Upogebia major* in an estuarine mud-flat in Tokyo Bay, Japan Hydrobiologia. 474:139-146.

Jakobsen, H.H., Halvorsen, E., Hansen, B.W. and Visser, A.W. 2005. Effects of prey motolity and concentration on feeding in *Acartia tonsa* and *Temora longicornis* : the importance of feeding modes. J. Plankton Res. 27(8): 775 – 785.

Jansen, S., Riser, C.W., Wassmann,P. and Bathmann, U. 2006. Copepod feeding behaviour and egg production during a dinoflagellate bloom in the North Sea. Harmful Algae. 5: 102-112.

Jeffrey, S.W., Mantoura, R.F.C. and Bjørnland,T. 1997. Part IV : Data for the identification of 47 key phytoplankton pigments. by. Jeffrey, S.W., Mantoura, R.F.C. and Wright, S.W. Phytoplankton Pigments in Oceanography. UNESCO. pp. 449-559.

Jitchum, P. and Wongrat, L. 2009. Community structure and abundance of epipelagic copepods in Shallow Protected Bay, Gulf of Thailand. Kasetsart J. (Nat. sci.) 33(1):28-40.

JSPS-CU-NRCT. 2003. Training Workshop on "Method in Zooplankton Ecology and Identification" 18-23 December 2003. Department of Marine Science Falculty of science. Chulalongkorn University.

Kabata , Z. 1968. Two species of *Caligus* (Caligidae) from Caledonia. Crustaceana. International Journal of Crustacean Research, Studies on Copepoda. supplement 1.

Kasturirangan, L.R. 1963. A Key for the Identification of the More Common Planktonic Copepoda of Indian Coastal Water. Publication No. 2 Indian National Committee on Oceanic Research. Council of Scientific & Industrial Research, New Dalhi.

Kerambrun, P. and Champalbert, G. 1995. Diel variation of gut fluorescence in the pontellid copepod Anomalocera patersoni . Comp. Biochem. Physiol. 111A(2) 237-239.

Kim, I.H. and Ho, J.S. 1992. Copepodid stage of *Hemicyclops ctenidis* Ho and Kim, 1990. (Clausidiidae), a Poecilostomatoid copepod associated with a polychaete. J. Crust. Biol. 12(4): 631-646.

Koehl, M.A.R. and Stickler, J.R. 1981. Copepod feeding currents: food capture at low Reynolds number. Limnol.Oceanogr. 26: 1062-1073.

Leising, A.W., Pierson, J.J., Cary, S. and Forst, B.W. 2005. Copepod foraging and predation risk within the surface layer during night – time feeding forays. J. Plankton Res. 27(10): 987 – 1001.

Lotocka, M., Jurewicz, E.S. and Bledzki, L.A. 2004. Change in carotenoid composition in different developmental stages of copepods: *Pseudocalanus acuspes* Giesbrecht and *Acartia* spp. J. Plankton Res. 26(2): 159 – 166.

Mauchline, J. 1998. Advances in Marine Biology : The Biology of Calanoid Copepods Volume 33. London : Academic press.

Mayor, D.J., Anderson, T.R., Irigoien, X. and Harris, R. 2006. Feeding and reproduction of Calanus finmarchicus during non-bloom conditions in the Irminger Sea. J. Plankton Res. 28(12): 1167–1179.

Møller, E.F. 2005. Sloppy feeding in marine copepods: prey-size-dependent production of dissolved organic carbon. J. Plankton Res. 27(1): 27–35.

Mullin, M.M. 1963. Some factors affecting the feeding of marine copepods of the genus *Calanus*. Limnol Oceanogr. 8:239-250.

Mulyadi. 2002. The calanoid copepods Family Pontellidae from Indonesian waters, with notes on its species-groups. Research centre for biology the Indonesian institute of sciences Bogor, Indonesia. Treubia 32(2): 1-167.

Mulyadi. 2004. Calanoid Copepod in Indonesian Waters. Indonesia : Indonesia Institute of Sciences (LIPI).

Paffenhöfer, G.A., Strickler, J.R. and Alcaraz, M. 1982. Suspension-feeding by herbivorous calanoid copepods: a cinematographic study. Mar Biol. 67, 193-199.

Paffenhöfer, G.A.1988. Feeding rates and behaviour of zooplankton. Bull Mar Sci. 43:430-445.

Paffenhöfer, G.A. and Lewis, K.D. 1989. Feeding behavior of naupli of the genus *Eucalanus* (Copepoda, Calanoida). Mar. Eco. Prog. Ser. 57: 129 – 136.

Parson ,T.R. Maita, Y. and Lalii, C.M. 1984. A Pracitical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Research Board of Canada Bulletin 167 (second edition): 49 -70

Pinkaew, K. 2003. Taxonomy of Copepod in Bangpakong Estuary and Sriracha Coast of Thailand. Master Thesis. Graduate School, Burapha University.

Porter, K. G. and Feig, Y. S. 1980. The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. Limnology and Oceanography.25: 943-948.

Purivirojkul, W. and Areechon, N. 2008. Survery of parasitic copepods in marine fishes from the Gulf of Thailand, Chon Buri Province. Kasetsart J. (Nat. sci.) 42(5):10-48.

Ruppert, E., Fox, R. and Baranes, R.D. 2003. Invertebrate Zoology A Functional Evolutionary Approach seventh edition. Thomson Books/Cole. United States.

Schnetzer, A. and Caron, D.A. 2005. Copepod grazing impact on the tropic structure of microbial assemblage of the San Pedro Channel, California. J. Plankton Res. 27(10): 959 – 971.

Smith, D.L. 1977. A Guide to Marine Coastal Plankton and Marine Invertebrate Larvae. Kendall/Hunt Publishing. USA.

Stearns, D.E. 1986 Copepod grazing behavior in simulated natural light and its relation to nocturnal feeding. Mar. Ecol. Prog. Ser. 30: 65-75.

Suwanrumpha, W. 1980a. Zooplankton in the inner Gulf of Thailand II. Species group and seasonal variation in the copepod 1975-1976. Mar.Fish.Lab tech. Paper. No 22/7.

Suwanrumpha, W. 1980b. Zooplankton in the inner Gulft of Thailand III. Interrelationships of copepods and phytoplankton. Mar.Fish.Lab tech. Paper. No 22/8.

Suwanrumpha, W. 1987. The Seasonal abundance of plankton in the inner Gulf of Thailand in relation to the ichthyoplankton, salinity and temperature. Mar. Fish. Lab. thech. Paper No. 21/7.

Tanaka, O. 1964. The pelagic copepods of the Izu region, Middle Japan Systematic Account XII Families Arietellidae, Pseudocyclopidae, Candaciidae and Pontellidae. Publ. Seto Mar. Biol. Lab. 12 (3), Article 18

Tsuda, A. and Nemato, T. 1988. Feeding of copepods on natural suspended particlea in Tokyo Bay. J. Oceanog. Soci. Japan. 44: 217-227.

Turner, J.T. 1984. The feeding ecology of some zooplankters that are important prey items of larvae fish. NOAA Technical Report NMFS 7. Department of commerce. USA.

UPM-JSPS Training Course. 2006. Identification Manual for Southeast Asian Coastal zooplankton. November 20-25. 2006. Port Dickson. Negeri Sembilan, Malaysia.

Vestheim, H., Kaartvedt, S. and Edvardsen, B. 2005. State-dependent vertical distribution of the carnivore copepod *Pareuchaeta norvegica*. J. Plankton Res. 27(1): 19 – 26.

Walter, T.C. 1984. New species of *Pseudodiaptomus* from the Indo-Pacific, with a clarification of *P. aurivilli* and *P. mertoni* (crustacea : copepoda: calanoida). Proc. Biol. Soc. Wash.97(2): 369-391.

Walter, T.C. 1986. New and poorly known Indo-Pacific species of *Pseudodiaptomus* (Copepods : Calanoida), with a key to the species group. J. Plankton Res. 8(1): 129 – 168.

Walter, T.C. 1987. Review of the taxonomy and distribution of the demersal copepod Genus *Pseudodiaptomus* (Calanoida : Pseudodiaptomidae) from Southern Indo-West Pacific Water. J. Mar. Freshw. Res. 38, 363-396.

Walter, T.C., Ohtsuka, S. and Castillo, L.V. 2006. A new species of *Pseudodiaptomus* (Crustacea: Copepoda: Calanoida) from the Philippines and comments on the status of the genus *Schmackeria*. Proc. Biol. Soc. Wash.119(2): 201-221.

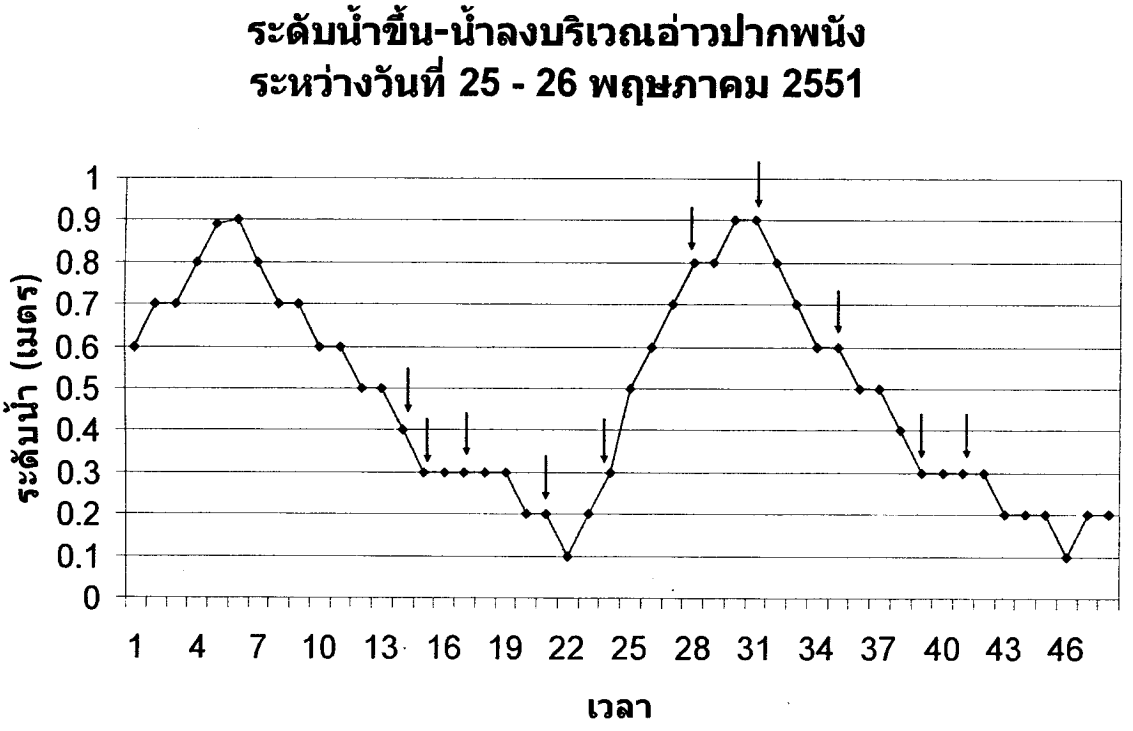
Wiggert, J.D., Haskelll, A.G.E., Paffenhöfer, G.A., Hofmann, E.E. and Klinck, J.C. 2005. The role of feeding behavior in sustaining copepod populations in the tropical ocean. J. Plankton Res. 27(10): 1013 – 1031.

Zervoudaki, S. Christou, E. D., Nielsen, T. G., Siokou – Frangou, I., Assimakopoulou, G., Giannakourou, A., Maar, A., Pagou, K., Krasakopoulou, E., Christaki.U. and Moraitou-Apstolopouplou, M. 2007. The importance of small-sized copepods in a frontal area of the Aegean Sea. J. Plankton Res. 29(4): 317 – 388.

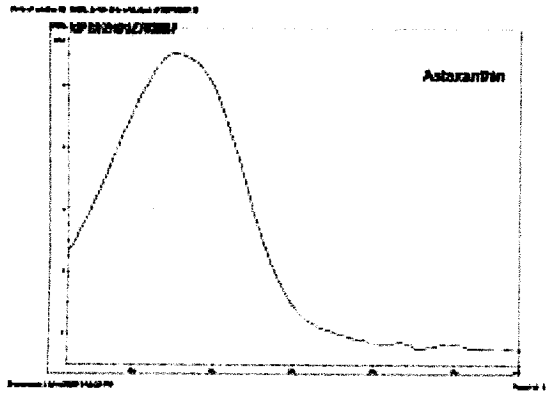
Zeldis, J., James, M. R., Grieve, J. and Richarods, L. 2002. Ominvory by copepods in the New Zealand Subtropical Frontal Zone. 2007. J. Plankton Res. 24(1): 9 – 23.

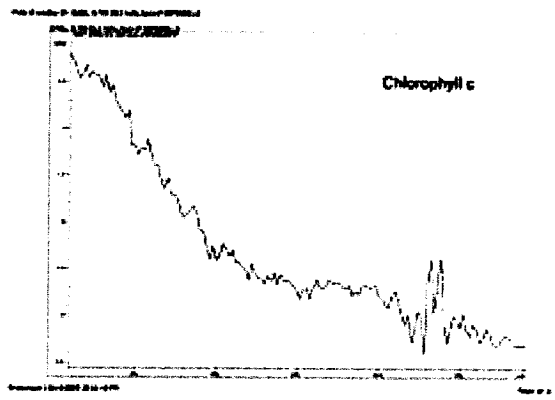
ภาคผนวก

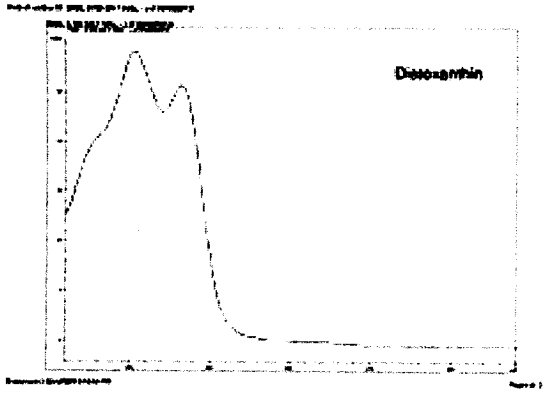
ภาคผนวก 1 ระดับน้ำ-ขึ้นลงบริเวณอ่าวปากพนัง ระหว่างวันที่ 25-26 พฤษภาคม 2551
(ที่มา: กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ, 2551)

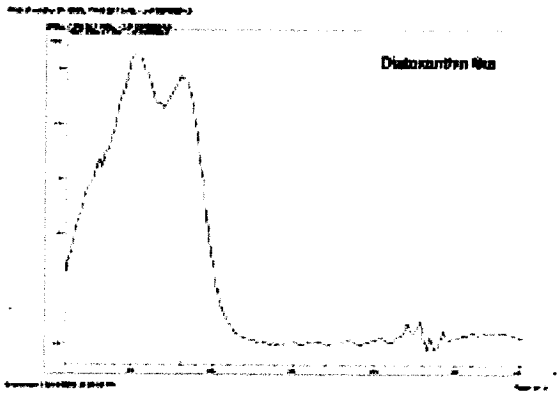


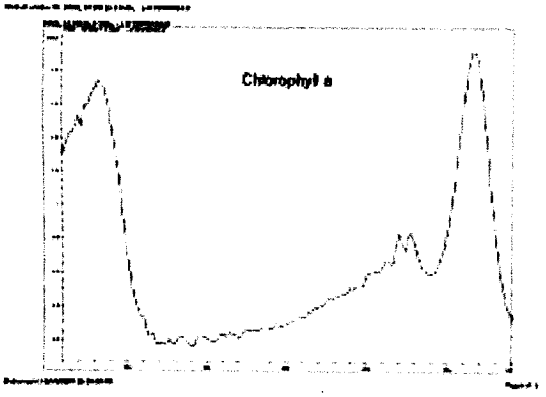
ภาคผนวก 2 chromatogram ของรงควัตถุของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

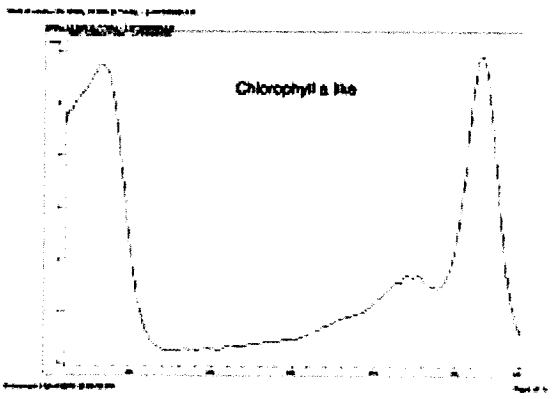












ภาคผนวก 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ ที่มีอิทธิพลต่อ gut chlorophyll *a* **และ** gut phaeopigment **ของโคพีพอดชนิดเด่นบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช**

Chlorophyll *a*	Pseudodiaptomus annandalei		Pseudodiaptomus sp.		Acartia sinjiensis		3 dominant copepod species	
	Gut chl *a*	Gut phaeopigment	Gut chl *a*	Gut phaeopigment	Gut chl *a*	Gut phaeopigment	Gut chl *a*	Gut phaeopigment
Chl *a* micropl.	.055	-.050	.434	.197	.123	.186	.080	-.106
Chl *a* pico-nanopl.	-.171	-.321	.085	.581	-.521	.657	-.184	-.360*

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศุภมัย พรหมแก้ว เกิดวันพฤหัสบดีที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ.2522 ที่อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสุราษฎร์ธานี ในปีการศึกษา 2539 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ในปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2549 ระหว่างการศึกษาได้รับทุนผู้ช่วยสอนในปีการศึกษา 2550 และ 2551 ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ จากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยประจำภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2551 และทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์จากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT)