

บทบาทของซิลิเกตกลุ่มทินนินนิตต่อสายใยอาหารบริเวณชายฝั่งจังหวัดสมุทรสาคร



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)  
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ROLES OF TINTINNID CILIATES TO FOOD WEBS IN COASTAL AREA OF  
SAMUT SAKHON PROVINCE

Miss Tassanatorn Pumeyuth



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Marine Science

Department of Marine Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2014

Copyright of Chulalongkorn University



หัวข้อวิทยานิพนธ์

บทบาทของซิลิเกตกลุ่มทินทินนิตต่อสายใยอาหาร

บริเวณชายฝั่งจังหวัดสมุทรสาคร

โดย

นางสาวทัศนธร ภูมิยุทธ์

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.อัฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.อัฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วราพร ธารางกูร)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ภูมิสุวรรณ์ ปภาวสิทธิ์)

ทัศนธร ภูมิยุทธ์ : บทบาทของซิลิเอตกลุ่มทินทินนิตต่อสายใยอาหารบริเวณชายฝั่ง  
จังหวัดสมุทรสาคร (ROLES OF TINTINNID CILIATES TO FOOD WEBS IN  
COASTAL AREA OF SAMUT SAKHON PROVINCE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:  
รศ. ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบุญรณ์, หน้า.

ทินทินนิตเป็นโปรโตซัวกลุ่มซิลิเอตที่อยู่ในไฟลัม Ciliophora และอันดับย่อย Tintinnida โปรโตซัวกลุ่มนี้มีเปลือกหุ้มตัวเรียกว่า lorica ทินทินนิตมีบทบาทสำคัญในสายใยอาหารเป็นผู้บริโภคแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กและแบคทีเรียและตัวเองเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่ที่เป็นผู้ล่า ดังนั้นทินทินนิตจึงเป็นตัวเชื่อมระหว่าง microbial loop กับสายใยอาหารแบบผู้ล่าใน pelagic food web อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังมีการศึกษาเรื่องนี้ค่อนข้างน้อย การศึกษาซิลิเอตกลุ่มทินทินนิตบริเวณปากคลองประมง อ. เมือง จ. สมุทรสาคร ในช่วงต้นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน 2555) ถึงปลายฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ตุลาคม 2556) โดยเก็บตัวอย่างทินทินนิต แพลงก์ตอนสัตว์ มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ และปัจจัยทางกายภาพรวม 4 ครั้ง พบทินทินนิตทั้งหมด 31 ชนิด 11 สกุล ดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 0.53 – 1.03 สกุลที่มีความหลากหลายชนิดมากที่สุดคือ *Tintinnopsis* ความชุกชุมของทินทินนิต มีค่าตั้งแต่  $3.50 \times 10^1$  -  $1.63 \times 10^3$  เซลล์/ลิตร มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ อยู่ในช่วง 1.500 – 509.4 ไมโครกรัม/ลิตร แพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 78 ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์มีความหนาแน่น  $3.8 \times 10^6$  ตัว/100 ลูกบาศก์เมตร ในฤดูต้นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แพลงก์ตอนสัตว์ที่มีความหนาแน่นสูงในทุกฤดูได้แก่ Calanoid copepod สกุล *Acartia* ประชากรทินทินนิตสามารถบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มประชากรจากปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเป็นกลุ่มที่ความหนาแน่นของทินทินนิตมีสหสัมพันธ์กับมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและกลุ่มประชากรระหว่างฤดูมรสุมซึ่งมีความหนาแน่นเฉลี่ยต่ำที่สุดตรงกับช่วงที่มีความหนาแน่นของ Calanoid copepod สูงที่สุด ผลการศึกษาแสดงว่าทินทินนิตมีบทบาทในฐานะผู้ล่าของผู้ล่าของแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กในบริเวณชายฝั่งและเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดไมโครแพลงก์ตอน

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ปลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ปลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2557



## กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาของศาสตราจารย์ ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำและให้คำปรึกษา ตลอดจนชี้แนะแนวทาง ให้กำลังใจ ให้แนวคิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ และตรวจสอบแก้ไขให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ธิฎฐารัตน์ ปภาวสิทธิ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะทางวิชาการ ให้แนวคิดที่เป็นประโยชน์พร้อมทั้งกำลังใจ และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร. เสาวภา อังสุภาณิช สำหรับข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. วรพร ธารางกูร สำหรับข้อเสนอแนะและการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ไทยถาวร เลิศวิทย์ประสิทธิ์ สำหรับข้อเสนอแนะและการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณครอบครัว เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ และสมาชิกห้องปฏิบัติการนิเวศวิทยาทางทะเลทุกคน สำหรับความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ทั้งการเก็บตัวอย่าง การทำวิจัย ข้อชี้แนะดีๆ และกำลังใจที่มีให้

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนวิทยานิพนธ์จากโครงการประเมินผลกระทบของน้ำจืดต่อระบบนิเวศชายฝั่ง ทุนอุดหนุนวิจัยจากบัณฑิตศึกษา และทุนอุดหนุนวิจัยจากโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้



## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ .....	ช
บทที่ 1 .....	1
บทนำ.....	1
แนวเหตุผลและทฤษฎีสำคัญ .....	1
วัตถุประสงค์.....	1
ขอบเขตการศึกษา .....	2
การสำรวจเอกสาร.....	2
บทที่ 2.....	16
วิธีการดำเนินงานวิจัย .....	16
บริเวณที่ศึกษา.....	16
การศึกษาทินทินนิต.....	17
การศึกษาปัจจัยทางกายภาพ .....	18
การศึกษาปัจจัยทางชีวภาพ.....	18
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	20
บทที่ 3.....	21
ผลการศึกษา.....	21
องค์ประกอบชนิดของทินทินนิต .....	21
ขนาดและปริมาตรเซลล์ของทินทินนิตที่พบในบริเวณปากคลองประมง จังหวัดสมุทรสาคร ...	35
ความหนาแน่นของทินทินนิต .....	39

มวลงชีพภาพของทินทินนินด.....	47
ปัจจัยทางกายภาพของบริเวณที่ศึกษา .....	49
มวลงชีพภาพของแพลงก์ตอนพีซในรูปคลอโรฟิลล์ เอ .....	56
ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ .....	61
ปัจจัยที่มีผลต่อการความชุกชุมและการกระจายตามฤดูกาล .....	73
บทที่ 4.....	75
วิเคราะห์ผลการศึกษา .....	75
ทินทินนินดที่พบบริเวณปากคลองประมงเปรียบเทียบกับบริเวณอื่น .....	75
บทบาทในสายใยอาหาร .....	76
บทที่ 5.....	79
สรุปผลการศึกษา .....	79
.....	80
รายการอ้างอิง.....	80
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	84

## สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1 ลักษณะและส่วนประกอบเซลล์ของทินทินนิต	3
รูปที่ 2 ลักษณะรูปร่างของ bowl ในทินทินนิต ก) bowl ที่มีด้านทำยเป็นปลายเปิดของทินทินนิตสกุล <i>Eutintinnus</i> ข) bowl ปลายปิดของ <i>Tintinnopsis</i> ค) bowl ปิด และมีส่วนยื่นออกมาเรียกว่า pedicel ใน <i>Favella</i> (Bachy et al., 2012)	3
รูปที่ 3 ลอริกาแบบต่างๆ ของทินทินนิต ก) Agglutinated and flexible: <i>Tintinnidium fluviatile</i> ; ข) Agglutinated and stiff: <i>Tintinnopsis cylindrical</i> ; ค) Hyaline collar and agglutinated bowl: <i>Codonellopsis orthoceras</i> ; ง) Entirely hyaline: <i>Eutintinnus tubulosus</i>	4
รูปที่ 4 จำนวนชนิดเฉลี่ยของทินทินนิตที่เปลี่ยนแปลงตามละติจูด ละติจูด 80 องศาเหนือ ถึง 80 องศาใต้ (Dolan et al., 2006)	5
รูปที่ 5 รูปแบบการกระจายของทินทินนิตสกุลที่เป็นตัวแทนของกลุ่มตามเขตภูมิศาสตร์ (Pierce and Turner, 1993)	6
รูปที่ 6 ดัชนีความหลากหลายของทินทินนิตที่สถานี Cuatrerros, Bahia Blanca Estuary ทางตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรแอตแลนติก แบ่งตามฤดูกาล ดัดแปลงจาก de Cao et al. (2005)	11
รูปที่ 7 ดัชนีความหลากหลาย (H') และจำนวนชนิดของทินทินนิตบริเวณ Chesapeake Bay แบ่งตามระยะทางจากปากอ่าว (ดัดแปลงจาก Dolan and Gallegos, 2001)	11
รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรทินทินนิตและ <i>Phaeocystis pouchetii</i> ในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม 1985 ดัดแปลงจาก Admiraal and Venekamp (1986)	13
รูปที่ 9 Prey size selectivity curves ของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม Oligotrich Ciliates, copepod nauplii และ copepods (Ingrid et al., 1996)	14
รูปที่ 10 การถ่ายทอดผลผลิตในรูปของอินทรีย์สารจาก microbial food web ไปสู่สิ่งมีชีวิตในกลุ่ม Metazoa ผ่านแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก (Barber, 2007)	15
รูปที่ 11 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณปากคลองประมง ต. พันท้ายนรสิงห์ อ. เมือง จ. สมุทรสาคร	16

รูปที่ 12 ทินทินนิตวงศ์ Tintinnidiidae ก) <i>Leprotintinnus nordqvistii</i> ข) <i>Tintinnidium</i> sp. ....	25
รูปที่ 13 ทินทินนิตในวงศ์ Codonellidae ก) <i>Codonaria cistellula</i> ข) <i>Tintinnopsis amphora</i> ค) <i>Tintinnopsis angusta</i> .....	26
รูปที่ 14 ทินทินนิตในวงศ์ Codonellidae ก) <i>Tintinnopsis bermudensis</i> ข) <i>Tintinnopsis campanula</i> .....	27
รูปที่ 15 ทินทินนิตในวงศ์ Codonellidae ก) <i>Tintinnopsis frimbiata</i> ข) <i>Tintinnopsis lobiancoi</i> .....	28
รูปที่ 16 ทินทินนิตในวงศ์ Codonellidae ก) <i>Tintinnopsis panamensis</i> ข) <i>T. parva</i> .....	29
รูปที่ 17 ทินทินนิตในวงศ์ Codonellidae ก) <i>Tintinnopsis rotundata</i> ข) <i>T. subacuta</i> .....	30
รูปที่ 18 ทินทินนิตในวงศ์ Codonellidae ก) <i>Tintinnopsis tocaninensis</i> ข) <i>T. turgida</i> ค) <i>T. urnula</i> .....	31
รูปที่ 19 ทินทินนิตในวงศ์ Codonellidae ก) <i>Tintinnopsis uruguayensis</i> และทินทินนิตวงศ์ Codonellopsidae ข) <i>Codonellopsis lucitanica</i> ค) <i>Stenosomella</i> sp. เส้นสีดำแสดงขนาด 25 ไมโครเมตร .....	32
รูปที่ 20 ทินทินนิตวงศ์ Favellidae ก) <i>Favella ehrenbergii</i> ข) <i>Favella panamensis</i> .....	33
รูปที่ 21 ทินทินนิตวงศ์ Undellidae ก) <i>Undella</i> sp. และทินทินนิตวงศ์ Tintinnidae .....	35
รูปที่ 22 องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของทินทินนิตช่วงต้นฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ .....	40
รูปที่ 23 องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของทินทินนิตช่วงปลายฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ .....	42
รูปที่ 24 องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของทินทินนิตช่วงระหว่างฤดูมรสุม .....	43
รูปที่ 25 องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของทินทินนิตช่วงปลายมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ....	45
รูปที่ 26 มวลชีวภาพของทินทินนิตช่วงต้นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ .....	47
รูปที่ 27 มวลชีวภาพของทินทินนิตช่วงปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ .....	48
รูปที่ 28 มวลชีวภาพของทินทินนิตช่วงฤดูระหว่างมรสุม .....	48

รูปที่ 29 มวลชีวภาพของทีนทีนนิคชนิดเด่นช่วงปลายมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ .....	49
รูปที่ 30 คุณหมุมิ ความเค็ม ค่าออกซิเจนละลาย และ pH ของน้ำบริเวณปากคลองประมง อ. เมือง จ.สมุทรสาคร ช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ .....	51
รูปที่ 31 คุณหมุมิ ความเค็ม ค่าออกซิเจนละลาย และ pH ของน้ำบริเวณปากคลองประมง อ. เมือง จ.สมุทรสาคร ช่วงปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ .....	52
รูปที่ 32 คุณหมุมิ ความเค็ม ค่าออกซิเจนละลาย และ pH ของน้ำบริเวณปากคลองประมง อ. เมือง จ.สมุทรสาคร ช่วงระหว่างมรสุม .....	54
รูปที่ 33 คุณหมุมิ ความเค็ม ค่าออกซิเจนละลาย และ pH ของน้ำบริเวณปากคลองประมง อ. เมือง จ.สมุทรสาคร ช่วงปลายฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ .....	55
รูปที่ 34 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดต่าง ๆ ในช่วงต้นมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ .....	57
รูปที่ 35 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดต่าง ๆ ในช่วงปลายมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ .....	58
รูปที่ 36 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดต่าง ๆ ในช่วงระหว่างมรสุม .....	59
รูปที่ 37 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดต่าง ๆ ในช่วงปลายมรสุมตะวันตก เฉียงใต้ .....	60
รูปที่ 38 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดไมโครแพลงก์ตอนในช่วงต้นมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ .....	62
รูปที่ 39 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดไมโครแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นในช่วงต้นมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ .....	62
รูปที่ 40 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดมีโซแพลงก์ตอนในช่วงต้นมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ .....	63
รูปที่ 41 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดมีโซแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นในช่วงต้นมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ .....	63
รูปที่ 42 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดไมโครแพลงก์ตอนในช่วงปลายมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ .....	65

รูปที่ 43 ความซุกซุ่มของเพลงก็ตอณสัตว์ขนาดใหญ่ไมโครเพลงก็ตอณกลุ่มเด่นในช่วงปลายมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ .....	65
รูปที่ 44 ความซุกซุ่มของเพลงก็ตอณสัตว์ขนาดใหญ่มีโซเพลงก็ตอณในช่วงปลายมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ .....	66
รูปที่ 45 ความซุกซุ่มของเพลงก็ตอณสัตว์ขนาดใหญ่มีโซเพลงก็ตอณกลุ่มเด่นในช่วงในช่วงปลาย มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ .....	66
รูปที่ 46 ความซุกซุ่มของเพลงก็ตอณสัตว์ขนาดใหญ่ไมโครเพลงก็ตอณในช่วงระหว่างมรสุม .....	68
รูปที่ 47 ความซุกซุ่มของเพลงก็ตอณสัตว์ขนาดใหญ่ไมโครเพลงก็ตอณกลุ่มเด่นในช่วงระหว่าง มรสุม .....	68
รูปที่ 48 ความซุกซุ่มของเพลงก็ตอณสัตว์ขนาดใหญ่มีโซเพลงก็ตอณในช่วงระหว่างมรสุม .....	69
รูปที่ 49 ความซุกซุ่มของเพลงก็ตอณสัตว์ขนาดใหญ่มีโซเพลงก็ตอณกลุ่มเด่นในช่วงระหว่างมรสุม....	69
รูปที่ 50 ความซุกซุ่มของเพลงก็ตอณสัตว์ขนาดใหญ่ไมโครเพลงก็ตอณในช่วงปลายมรสุมตะวันตก เฉียงใต้.....	71
รูปที่ 51 ความซุกซุ่มของเพลงก็ตอณสัตว์ขนาดใหญ่ไมโครเพลงก็ตอณกลุ่มเด่นในช่วงปลายมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้.....	71
รูปที่ 52 ความซุกซุ่มของเพลงก็ตอณสัตว์ขนาดใหญ่มีโซเพลงก็ตอณในช่วงปลายมรสุมตะวันตก เฉียงใต้.....	72
รูปที่ 53 ความซุกซุ่มของเพลงก็ตอณสัตว์ขนาดใหญ่มีโซเพลงก็ตอณกลุ่มเด่นในช่วงปลายมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้.....	72
รูปที่ 54 กลุ่มประชากรของหินหินนิตบริเวณปากคลองประมง อ. เมือง จ. สมุทรสาคร แบ่งโดย วิธีการ Multidimensional Scaling (MDS) .....	74
รูปที่ 55 บทบาทในสายใยอาหารของหินหินนิตบริเวณปากคลองประมง ต. พันท้ายนรสิงห์ จ. สมุทรสาคร .....	76

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ทินทินนิคตสกูลต่างๆ แบ่งตามรูปแบบการกระจายตามหลักภูมิศาสตร์ของ มหาสมุทรแปซิฟิก (Pierce and Turner, 1993) .....	7
ตารางที่ 2 ทินทินนิคตที่พบในเอสทูรีต่างประเทศ .....	8
ตารางที่ 3 ทินทินนิคตที่พบในเอสทูรีในประเทศไทย .....	9
ตารางที่ 4 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิด ดัชนีความหลากหลาย ขนาดปากคลอริกา และ ความยาวลอริกา ต่อปัจจัยกายภาพต่างๆ ได้แก่ขนาดคลอโรฟิลล์ ซีเอดกลุ่มอื่น และโคฟีพอด ...	12
ตารางที่ 5 ทินทินนิคตที่พบในการศึกษา.....	22
ตารางที่ 6 ขนาดและปริมาตรต่อหนึ่งเซลล์ของทินทินนิคตที่พบบริเวณปากคลองประมง จังหวัด สมุทรสาคร .....	37
ตารางที่ 7 (ต่อ)ขนาดและปริมาตรต่อหนึ่งเซลล์ของทินทินนิคตที่พบบริเวณปากคลองประมง จังหวัดสมุทรสาคร.....	38
ตารางที่ 8 ดัชนีความหลากหลาย (H') และการกระจาย (J') ของทินทินนิคตบริเวณปากคลอง ประมง อ. เมือง จ. สมุทรสาคร .....	46
ตารางที่ 9 ทินทินนิคตชนิดเด่นในแต่ละกลุ่มประชากร.....	73

## บทที่ 1

### บทนำ

#### แนวเหตุผลและทฤษฎีสำคัญ

ทินทินนิตเป็นโปรโตซัวกลุ่มซิลิเอตที่อยู่ในไฟลัม Ciliophora คลาส Oligotrichea อันดับ Choreotrichida และอันดับย่อย Tintinnida ลักษณะเด่นของโปรโตซัวกลุ่มนี้คือ มีเปลือกหุ้มตัวเรียกว่า lorica ซึ่งมีรูปร่างแตกต่างกันออกไปในแต่ละชนิด ทำให้สามารถจำแนกชนิดได้โดยใช้สัณฐานวิทยาภายนอกของเปลือกได้ ความหลากหลายของทินทินนิตในระบบนิเวศทางทะเลเปลี่ยนแปลงตามละติจูด ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายของทินทินนิตคือ อาหาร โดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนซึ่งเป็นอาหารหลักและอาจแสดงในรูปของปริมาณ Chlorophyll *a* และขนาดเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช โปรโตซัวกลุ่มนี้จึงเป็นจุดเชื่อมสำคัญของ microbial food chain กับสายใยอาหารที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตในระดับการกินที่สูงขึ้นไป การกินอาหารของทินทินนิตจึงส่งผลต่อสายใยอาหารในภาพรวมในบริเวณชายฝั่งที่มีนาโนแพลงก์ตอนเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่น ดังนั้นการทราบถึงองค์ประกอบชนิดของทินทินนิตจึงอาจใช้บ่งบอกถึงลักษณะโครงสร้างของสายใยอาหารในบริเวณที่สนใจได้

การศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายและบทบาทการกินอาหารของทินทินนิตส่วนใหญ่จำกัดอยู่ในบริเวณมหาสมุทรแอตแลนติก ในประเทศไทยมีการรายงานถึงความหลากหลายและความชุกชุมของทินทินนิตเพียงสองบริเวณคือ บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงและทะเลสาบสงขลา แต่การศึกษาด้านนิเวศวิทยาของโปรโตซัว เช่น อัตราการกินและบทบาทในสายใยอาหารของทินทินนิตบริเวณชายฝั่งยังไม่มีผู้ศึกษา ดังนั้นผลจากการศึกษาครั้งนี้จึงสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานด้านนิเวศวิทยาทางทะเลโดยเฉพาะด้านความหลากหลายและบทบาทในสายใยอาหารของทินทินนิตในระบบนิเวศบริเวณชายฝั่งได้

#### วัตถุประสงค์

ศึกษาความหลากหลายและมวลชีวภาพของซิลิเอตกลุ่มทินทินนิตบริเวณชายฝั่งพื้นที่ที่ศึกษา

ศึกษาความสัมพันธ์ของทินทินนิตต่อผู้ผลิตและความสัมพันธ์ของทินทินนิตต่อสิ่งมีชีวิตใน trophic level เดียวกันในสายใยอาหารบริเวณชายฝั่งพื้นที่ที่ศึกษา



## ขอบเขตการศึกษา

เป็นข้อมูลพื้นฐานด้านความหลากหลายและนิเวศวิทยาของซีลิเอตกลุ่มทินทินนิตและนำไปใช้ในการประเมินความสมบูรณ์ทางชีวภาพของระบบนิเวศชายฝั่งและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมต่อระบบนิเวศชายฝั่ง

## การสำรวจเอกสาร

### อนุกรมวิธานและการจัดจำแนกหมวดหมู่

ทินทินนิตเป็นโปรโตซัวกลุ่มซีลิเอต จัดอยู่ใน

ไฟลัม Ciliophora (Doflein, 1901)

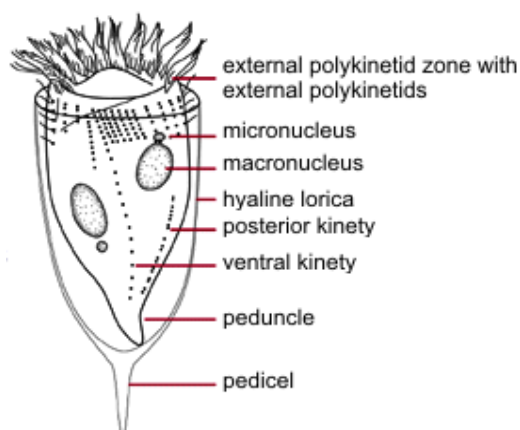
คลาส Oligotrichea (Bütchli, 1887)

อันดับ Choreotrichida (Small and Lynd, 1985)

อันดับย่อย Tintinnina (Kofoid and Campbell, 1929)

ครอบครัว Tintinnidiidae (Kofoid and Campbell, 1929)

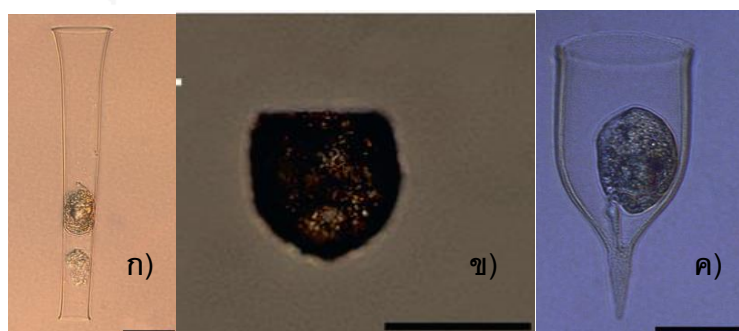
โปรโตซัวกลุ่มซีลิเอตเป็นโปรโตซัวที่ใช้ซีเลียในการเคลื่อนที่มีลักษณะเด่น คือ มีนิวเคลียสสองประเภทที่มีขนาดไม่เท่ากัน ได้แก่ micronucleus และ macronucleus ลักษณะสำคัญของซีลิเอตอันดับ Choreotrichida คือ ซีเลียรอบเซลล์ลดรูปลง แต่มีซีเลียแบบ polykinetids เจริญดีที่บริเวณรอบปากโดยเรียงตัวกันเป็นกลุ่ม ซีเลียเหล่านี้มีหน้าที่ช่วยในเคลื่อนไหวและการกินอาหาร โปรโตซัวในอันดับย่อย Tintinnina มีลักษณะเด่น คือ เซลล์มีเปลือกหรือปลอกที่มีรูปร่างคล้ายแจกันและสร้างจากโปรตีนในรูปของเจลาติน เรียกว่า ลอริกา (lorica) หุ้ม ด้านท้ายของเปลือกอาจเรียวยาว เรียกว่า pedicle เซลล์อยู่ภายในเปลือกโดยมีส่วนท้ายของเซลล์ที่ยื่นไปยึดติดกับผนังลอริกา เรียกว่า peduncle (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ลักษณะและส่วนประกอบเซลล์ของทินทินนิต

(<http://www.liv.ac.uk/ciliate/schematics.htm>)

การจำแนกชนิดของทินทินนิตใช้ลักษณะของลลริกาเป็นหลัก ส่วนหน้าของลลริกาประกอบด้วยขอบปาก (oral rim) เป็นช่องเปิดให้กลุ่มซิเลียรอบปากหรือ oral membranelle ยื่นออกมา โดยเส้นผ่าศูนย์กลางปากจะมีขนาดแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด ในทินทินนิตบางชนิดขอบปากของลลริกามีโครงสร้างยื่นออกไป เรียกว่า collar ถัดจากส่วนปากของลลริกาลงไปจะเป็นส่วนที่เรียกว่า bowl ซึ่งแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกันไป เช่น ใน *Eutintinnus* ที่ด้านท้ายของ bowl เป็นปลายเปิด หรือใน *Tintinnopsis* ซึ่งมี bowl ตัน ไม่มีส่วนยื่นออกมาด้านท้าย และใน *Favella* ซึ่ง bowl ปิดและมีส่วนยื่นออกมาเรียกว่า pedicel ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะรูปร่างของ bowl ในทินทินนิต ก) bowl ที่มีด้านท้ายเป็นปลายเปิดของทินทินนิตสกุล *Eutintinnus* ข) bowl ปลายปิดของ *Tintinnopsis* ค) bowl ปิด และมีส่วนยื่นออกมาเรียกว่า pedicel ใน *Favella* (Bachy et al., 2012)

นอกจากนี้ยังสามารถจำแนกประเภทของลลริกาตามลักษณะของเนื้อลลริกาได้เป็น 5 แบบ (Agatha and Struder-Kypke, 2007) ดังแสดงในรูปที่ 3 ดังนี้

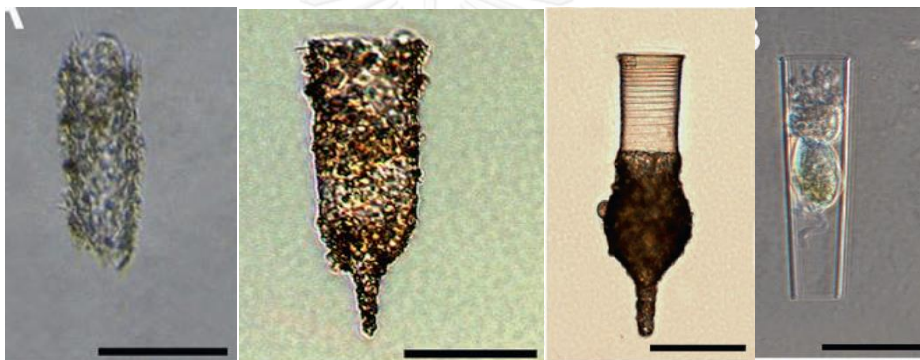
1. Agglutinated and flexible ลลริกาเป็นแบบอ่อน มักจะมีสารอื่นมาเกาะเช่นอนุภาคแร่ธาตุหรือตะกอนต่างๆ

2. Agglutinated, flexible, with subterminal membrane คล้ายกับแบบแรก แต่จะมีส่วน subterminal membrane ยื่นออกมา

3. Agglutinated and stiff ลลริกาที่มีสารอื่นเกาะ มีลักษณะแข็ง

4. Hyaline collar and agglutinated bowl ส่วนบน (collar) ของลลริกาที่มีลักษณะใส แต่ส่วนล่างหรือ bowl จะมีสารอื่นมาเกาะทำให้มีลักษณะขรุขระ

5. Entirely hyaline ลลริกาที่มีลักษณะใสตลอดเซลล์



รูปที่ 3 ลลริกาแบบต่างๆ ของทินทินนิด ก) Agglutinated and flexible: *Tintinnidium fluviatile*;

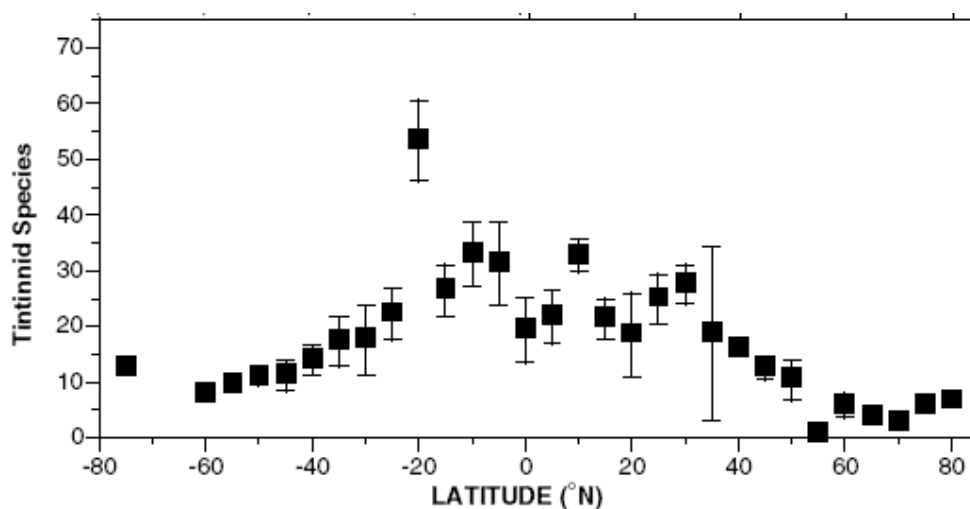
ข) Agglutinated and stiff: *Tintinnopsis cylindrical*; ค) Hyaline collar and

agglutinated bowl: *Codonellopsis orthoceras*; ง) Entirely hyaline: *Eutintinnus*

*tubulosus*

### ความหลากหลายและการกระจายของทินทินนิต

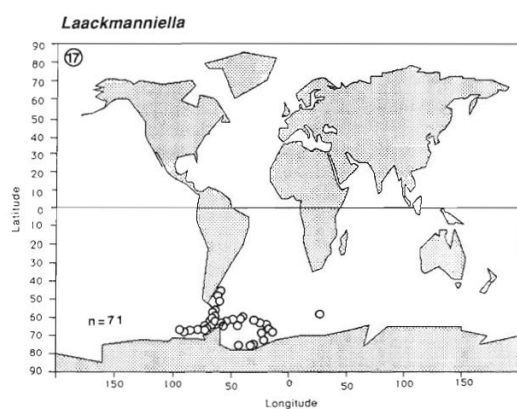
ทินทินนิตสามารถพบได้ทั้งบริเวณชายฝั่งและในทะเลเปิด ความหลากหลายชนิดของทินทินนิตแปรผันตามละติจูด ความหลากหลายชนิดของทินทินนิตอาจสูงกว่า 20 ชนิดในบริเวณละติจูดที่ 20 องศาเหนือ ถึง 20 องศาใต้ และลดลงจนต่ำกว่า 10 ชนิด เมื่ออยู่ในละติจูดที่สูงกว่า 40 ดังแสดงในรูปที่ 4



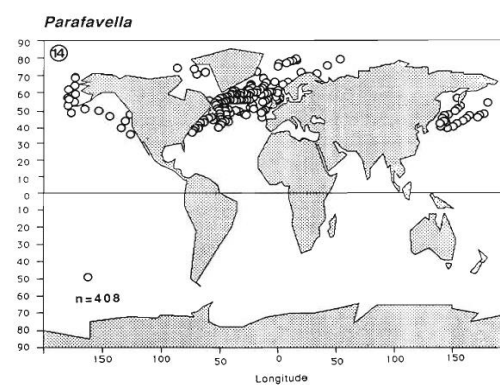
รูปที่ 4 จำนวนชนิดเฉลี่ยของทินทินนิตที่เปลี่ยนแปลงตามละติจูด ละติจูด 80 องศาเหนือ ถึง 80 องศาใต้ (Dolan et al., 2006)

Pierce and Turner (1993) ได้ศึกษาการกระจายของทินทินนิตทั่วโลกและแบ่งการกระจายตามสภาพทางภูมิศาสตร์ เป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ชนิดที่เป็น cosmopolitan species คือทินทินนิตกลุ่มที่สามารถพบได้ทั่วไปทั้งบริเวณทะเลเปิดหรือชายฝั่ง กลุ่ม boreal species คือกลุ่มที่สามารถพบได้ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำบริเวณซีกโลกเหนือ กลุ่ม austral species คือกลุ่มที่พบเฉพาะในน่านน้ำบริเวณ Antarctic และ Subantarctic กลุ่ม warm-water species คือกลุ่มที่พบได้บริเวณน่านน้ำเขตอบอุ่นและเขตร้อน และกลุ่ม neritic species เป็นกลุ่มที่พบเฉพาะบริเวณน้ำตื้นเขตชายฝั่ง tropical Pacific ซึ่งเป็นกลุ่มที่สามารถพบได้เฉพาะในเขตน่านน้ำบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกเท่านั้น (รูปที่ 5 และตารางที่ 1)

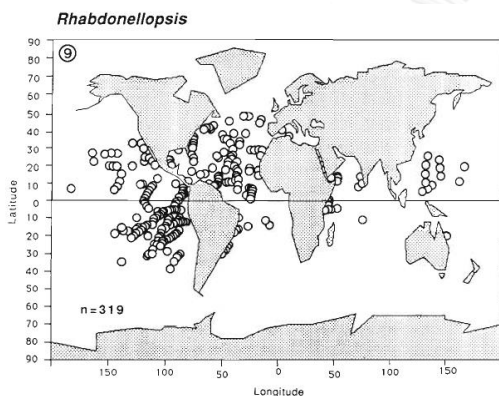
Cosmopolitan



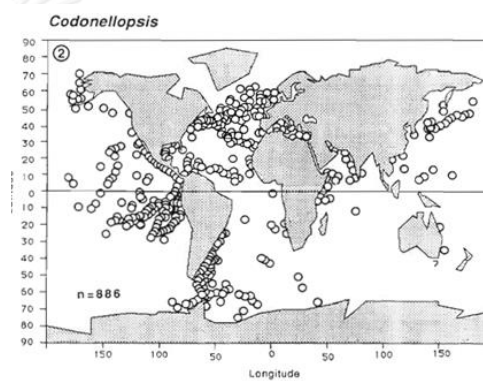
Boreal



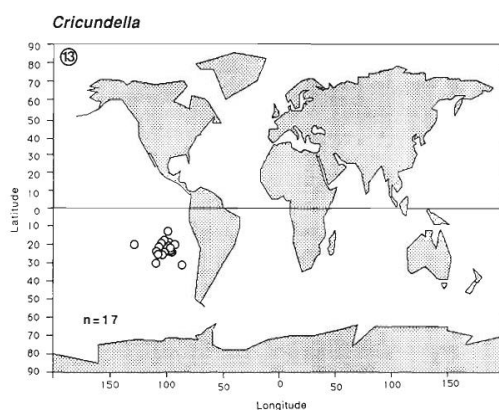
Austral



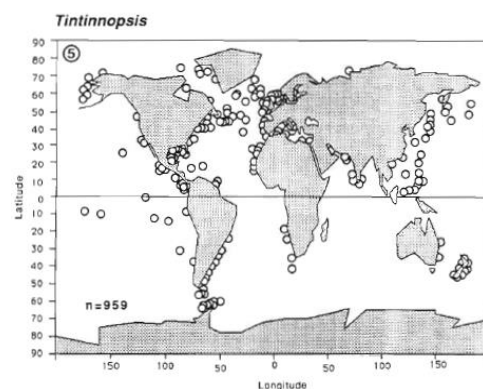
Warm-water



Tropical Pacific



Neretic



รูปที่ 5 รูปแบบการกระจายของหินหินนิตสกุลที่เป็นตัวแทนของกลุ่มตามเขตภูมิศาสตร์ (Pierce and Turner, 1993)

ตารางที่ 1 ทินทินนิตสกุลต่างๆ แบ่งตามรูปแบบการกระจายตามหลักภูมิศาสตร์ของมหาสมุทรแปซิฟิก (Pierce and Turner, 1993)

รูปแบบการกระจาย	สกุล
Cosmopolitan	<i>Acanthostomella</i> , <i>Amphorellopsis</i> , <i>Amphorides</i> , <i>Codonella</i> , <i>Codonellopsls</i> , <i>Coxliella</i> , <i>Dictyocysta</i> , <i>Epiplocylys</i> , <i>Eutintinnus</i> , <i>Ormosella</i> , <i>Parundella</i> , <i>Protohabdonella</i> , <i>Salpingacantha</i> , <i>Salpingella</i> , <i>Steenstrupiella</i> , <i>Undella</i>
Neritic	<i>Favella</i> , <i>Helicostomella</i> , <i>Leprotintinnus</i> , <i>Metacyclis</i> , <i>Stenosemella</i> , <i>Stylicauda</i> , <i>Tintinnopsis</i>
Boreal	<i>Parafavella</i> , <i>Ptychocylis</i>
Austral	<i>Cymatocylis</i> , <i>Laackmanniella</i>
Warm water	<i>Amplectella</i> , <i>Ascampbelliella</i> , <i>Brandtiella</i> , <i>Canthariella</i> , <i>Climacocylis</i> , <i>Codonaria</i> , <i>Cyttarocylis</i> , <i>Dadayiella</i> , <i>Daturella</i> , <i>Epicancellata</i> , <i>Epicranella</i> , <i>Epiplocyloides</i> , <i>Epiorella</i> , <i>Epirhabdonella</i> , <i>Pelalotricha</i> , <i>Poroecus</i> , <i>Rhabdonella</i> , <i>Rhabdonellopsis</i> , <i>Rhabdonella</i> , <i>Stelidiella</i> , <i>Undellopsls</i> , <i>Xystonella</i> , <i>Xystonellopsis</i>
Tropical Pacific	<i>Amphcrellopsis</i> , <i>Codonopsis</i> , <i>Cricundella</i>

การศึกษาเกี่ยวกับทินทินนิตในเอสทูรีต่างประเทศหลายแห่ง คือเอสทูรี Bahia Blanca ทางตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทรแอตแลนติก (de Cao, Beigt, and Piccolo, 2005) บริเวณอ่าว Chesapeake Bay ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของสหรัฐอเมริกา (Dolan and Gallegos, 2001) บริเวณ Nervión River estuary ในประเทศสเปน (Urrutxurtu, 2004) อ่าวอิโรซิมมา ประเทศญี่ปุ่น (Kamiyama and Tsujino, 1996) และในบริเวณ Jinha และ Youngil Bay ประเทศเกาหลี (Lee and Kim, 2010) พบทินทินนิต 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่อยู่ใกล้ฝั่ง (neritic species) กลุ่มที่กระจายทั่วโลก (cosmopolitan species) และกลุ่มที่พบในทะเลเขตร้อน (warm water species) โดยมีความหลากหลายทินทินนิตแตกต่างกันตั้งแต่ 4 ถึง 14 สกุล และบริเวณที่มีความหลากหลายของทินทินนิตในระดับสกุลสูงสุดได้แก่ Youngil Bay โดยสกุลที่พบได้ทุกบริเวณที่ศึกษาคือสกุล *Tintinnopsis* (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ทินทินชนิดที่พบในเอสทูรีต่างประเทศ

สกุล	ทวีปอเมริกา		ทวีปยุโรป		ทวีปเอเชีย	
	1	2	3	4	5	6
<b>Neritic genera</b>						
<i>Favella</i>				✓	✓	✓
<i>Leprotintinnus</i>	✓					
<i>Helicostomella</i>		✓		✓	✓	✓
<i>Metacyclis</i>		✓				
<i>Stenosomella</i>			✓	✓		
<i>Tintinnidium</i>	✓	✓		✓		
<i>Tintinnopsis</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Cosmopolitan genera</b>						
<i>Acanthostomella</i>						✓
<i>Amphorides</i>					✓	✓
<i>Codonnella</i>			✓			
<i>Codonellopsis</i>	✓			✓	✓	✓
<i>Eutintinnus</i>		✓		✓	✓	✓
<i>Dictyocysta</i>			✓			
<i>Salpingella</i>			✓		✓	✓
<i>Steenstrupiella</i>			✓			✓
<i>Undella</i>			✓			
<b>Warm water genera</b>						
<i>Amphorellopsis</i>				✓	✓	
<i>Ascampbelliella</i>					✓	✓
<i>Epiploicyloides</i>					✓	✓
<i>Dadayiella</i>		✓	✓		✓	✓
<i>Rhapdonella</i>					✓	✓

หมายเหตุ: ทวีปอเมริกา 1- Bahia Blanca Estuary 2- Chesapeake Bay  
 ทวีปยุโรป 3- Nervión River estuary  
 ทวีปเอเชีย 4- Hirohima Bay 5- Jinha Bay 6- Youngil Bay

ในประเทศไทยมีการศึกษาทินทินนิตบริเวณทะเลสาบสงขลา (Angsupanich, 1997) และปากแม่น้ำบางปะกง (ศิริมาศ(สุขประเสริฐ, 2549) โดยพบทินทินนิตจำนวน 7 และ 14 สกุล ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ทินทินนิตที่พบในเอสทูรีในประเทศไทย

สกุล	ปากแม่น้ำบางปะกง	ทะเลสาบสงขลา
<b>Neritic genus</b>		
<i>Favella</i>	✓	✓
<i>Leprotintinnus</i>	✓	
<i>Helicostomella</i>	✓	
<i>Metacyclis</i>	✓	
<i>Stenosomella</i>	✓	
<i>Tintinnidium</i>	✓	
<i>Tintinnopsis</i>	✓	✓
<b>Cosmopolitan genus</b>		
<i>Codonnella</i>		✓
<i>Codonellopsis</i>	✓	✓
<i>Eutintinnus</i>	✓	✓
<i>Protorhapdonella</i>	✓	
<i>Undella</i>		✓
<b>Warm water genus</b>		
<i>Amphorellopsis</i>	✓	✓
<i>Codonaria</i>	✓	
<i>Dadayiella</i>	✓	
<i>Rhapdonella</i>	✓	

ทินทินนิตสกุล *Tintinnopsis* ซึ่งเป็น neretic species นั้นเป็นทินทินนิตที่พบในบริเวณเอสทูรีและชายฝั่งทั้งในต่างประเทศและประเทศไทย มีลอรिकाที่มีผิวขรุขระและแข็ง (agglutinated and stiff) ประกอบด้วยสารประกอบจำพวกไคตินและมีการสะสมของอนุภาค เช่น ตะกอนทราย เพื่อเพิ่มความแข็งที่ผิวลอรिका (Hada, 1964) ซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดที่ทำให้ทินทินนิตชนิดนี้ และทินทินนิตกลุ่ม neretic species ชนิดอื่น ๆ มีการกระจายอยู่บริเวณชายฝั่งซึ่งมีปริมาณตะกอนสูงเมื่อเทียบกับทะเลเปิด นอกจากนี้ยังพบว่าทินทินนิตในกลุ่ม neretic species ยังสามารถสร้างเซลล์ที่



เป็นระยะพัก หรือ resting cyst เมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น ความเค็มต่ำหรืออุณหภูมิสูง และการกระตุ้นให้ทินทินนิตออกจากระยะพัก หรือ excystment นั้น จำเป็นจะต้องมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารที่เหมาะสมซึ่งจะแตกต่างกันไปในทินทินนิตแต่ละชนิด เช่น *Tintinnopsis beroidea* จะออกจากระยะพักเมื่อสาหร่ายขนาดเล็กชนิด *Pavlova lutheri* มีความหนาแน่นไม่เกิน  $5.4 \times 10^4$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร (Kamiyama, 1997) นอกจากนี้ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่ทำให้ทินทินนิตออกจากระยะพัก คือ ความเข้มของแสง โดยการออกจากระยะพักของทินทินนิตจะถูกยับยั้งหากไม่มีแสง (Kamiyama and Aizawa, 1992) ทำให้ทินทินนิตกลุ่ม neritic species นี้พบกระจายอยู่บริเวณน้ำตื้นและชายฝั่ง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการกวนของตะกอนขึ้นมาในมวลน้ำ cyst ของทินทินนิตที่อยู่ในตะกอนถูกพาขึ้นมาบริเวณผิวน้ำ ส่งผลให้ทินทินนิตสามารถออกจากระยะพักได้

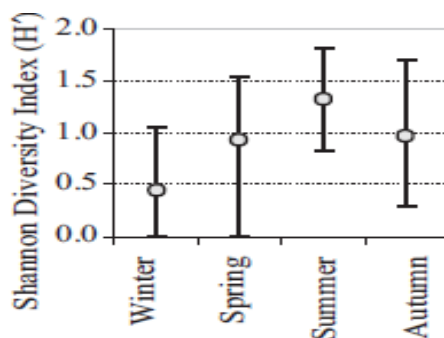
### ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายและการกระจายของทินทินนิต

Gómez (2007) ศึกษาความชุกชุมของซิลิเอตกลุ่มต่าง ๆ ในมหาสมุทรแปซิฟิกหลายบริเวณ ได้แก่ บริเวณกระแสน้ำ Oyashio และ Kuroshio หมู่เกาะฟิลิปปินส์ ทะเลชูลู ทะเลเซเลเบส ทะเลจีนใต้ และบริเวณเส้นศูนย์สูตร และรายงานว่ามีบริเวณที่ศึกษาที่มีความหนาแน่นของทินทินนิตค่อนข้างต่ำคิดเป็น 10-20% ของซิลิเอตที่พบทั้งหมด โดยมีความหนาแน่นไม่เกิน 30 เซลล์ต่อลิตรในแต่ละพื้นที่ แต่ความหลากหลายชนิดของทินทินนิตสูงกว่าซิลิเอตกลุ่มอื่นๆ โดยพบทินทินนิตถึง 64 ชนิด ปัจจัยที่ทำให้ทินทินนิตเป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายสูงนั้นมีทั้งปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพ เช่น

### ปัจจัยทางกายภาพ

#### 1. อุณหภูมิ

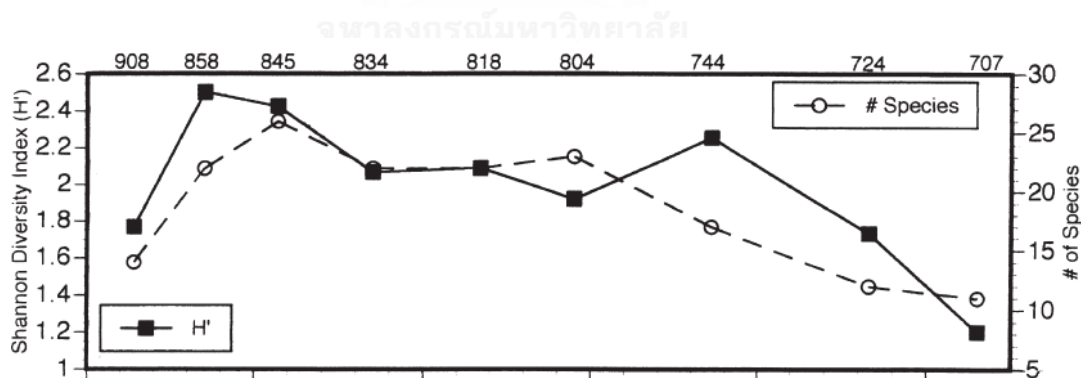
ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อความหลากหลายของทินทินนิตปัจจัยหนึ่งคืออุณหภูมิ ดังเห็นได้จากการศึกษาความหลากหลายของทินทินนิตใน Nervión River estuary ประเทศสเปน ที่ค่าดัชนีความหลากหลายของทินทินนิตมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ ( $R^2 = 0.46$ ,  $P = 0.01$ ) โดยจะมีค่าสูงสุดในช่วงฤดูร้อน (Urrutxurtu, 2004) เช่นเดียวกับที่บริเวณ Bahía Blanca Estuary ที่ความหลากหลายของทินทินนิตในรูปของดัชนีความหลากหลาย (Shannon – Weiner index,  $H'$ ) จะสูงสุดในช่วงฤดูร้อน โดยอยู่ในช่วง 0.8 – 1.8 ดังแสดงในรูปที่ 6 (de Cao et al., 2005) และพบว่าความหลากหลายของทินทินนิตแปรผันตามฤดูกาลในหลายบริเวณที่อยู่ในเขตอบอุ่น



รูปที่ 6 ดัชนีความหลากหลายของหินหินชนิดที่สถานี Cuatrerros, Bahia Blanca Estuary ทางตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทรแอตแลนติก แบ่งตามฤดูกาล ดัดแปลงจาก de Cao et al. (2005)

## 2. ความเค็ม

นอกจากอุณหภูมิแล้วความเค็มก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ความหลากหลายของหินหินชนิดเปลี่ยนแปลงไป โดยจากการศึกษาที่ Chesapeake Bay พบว่าดัชนีความหลากหลายและจำนวนชนิด มีแนวโน้มลดลงเมื่อเข้าไปใกล้บริเวณที่มีความเค็มสูง คือบริเวณปากอ่าว ดังแสดงในรูปที่ 8 (Dolan and Gallegos, 2001)



รูปที่ 7 ดัชนีความหลากหลาย (H') และจำนวนชนิดของหินหินชนิดบริเวณ Chesapeake Bay แบ่งตามระยะทางจากปากอ่าว (ดัดแปลงจาก Dolan and Gallegos, 2001)

## ปัจจัยทางชีวภาพ

ปัจจัยทางชีวภาพที่มีอิทธิพลต่อความหลากหลายของทินทินนิต คือ อาหาร เนื่องจากลลริกาเป็นโครงสร้างที่มีขนาดคงที่และเป็นปัจจัยที่ควบคุมการกินอาหาร นอกจากนี้ การศึกษาของ Dolan et al. (2002) ในเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความหลากหลายของทินทินนิตในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน แสดงว่าความหลากหลายของเส้นผ่านศูนย์กลางปากลลริกามีความสัมพันธ์กับความหลากหลายของขนาดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหาร โดยเมื่อนำแพลงก์ตอนพืชมาวิเคราะห์คลอโรฟิลล์ เอ โดยการแยกตามขนาดเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ พิโคแพลงก์ตอน (<2  $\mu\text{m}$ ) นาโนแพลงก์ตอน (2-20  $\mu\text{m}$ ) และ ไมโครแพลงก์ตอน แล้ว (>20  $\mu\text{m}$ ) พบว่าความหลากหลายชนิดของทินทินนิต (ในรูป  $H'$ ) ความหลากหลายของขนาดปากของลลริกา และความยาวของลลริกา มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (0.611, 0.755, 0.664 ที่  $p = 0.05$  ตามลำดับ) กับ ความหลากหลายของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชขนาดต่าง ๆ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางชีวภาพอย่างอื่น คือ ผู้ล่าและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์หรือสัตว์ทะเลที่เป็นคู่แข่งในเรื่องอาหาร จากข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่า ความหลากหลายของอาหารในแง่ขนาดมีผลต่อความหลากหลายชนิดของทินทินนิตเช่นกัน

ตารางที่ 4 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิด ดัชนีความหลากหลาย ขนาดปากลลริกา และความยาวลลริกา ต่อปัจจัยกายภาพต่างๆ ได้แก่ขนาดคลอโรฟิลล์ ซีเอตกลุ่มอื่น และโคฟีพอด

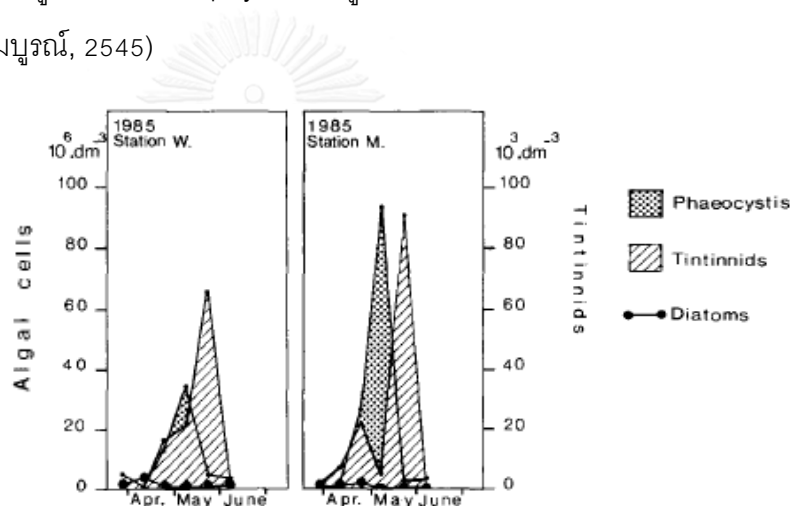
	Taxonomic		Morphometric	
	No. of species	$H'$	LOD $H'$	LL $H'$
(Chl $a$ )	0.002	-0.118	0.100	0.582
Chl Max Z	-0.216	0.027	-0.373	-0.382
Chl Dispers	-0.061	-0.245	0.255	0.436
Chl Size $H'$	0.611*	0.455	0.755*	0.664*
(Oligotrichs)	-0.002	-0.191	0.082	0.545
(Oligo)/(Tin)	-0.298	-0.355	0.309	0.427
(Copepod)	0.399	0.452	0.024	0.119

## บทบาทของทินทินนิตในสายใยอาหาร

### อาหารและผู้แข่งขันของทินทินนิต

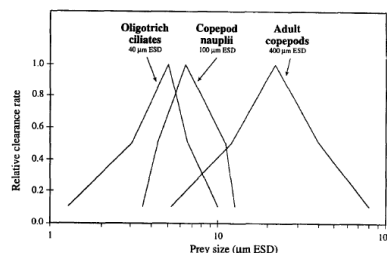
ทินทินนิตเป็นซีลิเอตที่กินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร ขนาดของอนุภาคอาหารที่ทินทินนิตสามารถกินได้จะมีขนาดไม่เกินขนาดปากลลริกา ซึ่งขนาดของอาหารที่ใหญ่ที่สุดที่เซลล์สามารถกินได้คือ 45% ของเส้นผ่านศูนย์กลางปากลลริกา ขนาดอาหารที่เหมาะสมสำหรับทินทินนิตคือขนาด 25% ของเส้นผ่านศูนย์กลางลลริกา (Heinbokel, 1978) ทั้งนี้ มีรายงานว่าพบการเพิ่ม

จำนวนอย่างผิดปกติของทินทินนิตเกิดร่วมกับสาหร่ายขนาดเล็กชนิด *Phaeocystis pouchetii* ที่บริเวณชายฝั่งเนเธอร์แลนด์ โดยประชากรของทินทินนิตเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วงฤดูใบไม้ผลิ ดังแสดงในรูปที่ 9 (Admiraal and Venekamp, 1986) การล่ากินแพลงก์ตอนพืชของทินทินนิตส่งผลต่อผลผลิตเบื้องต้นในสายใยอาหาร โดยพบว่าที่บริเวณ Narragansett Bay, Rhode Island นั้น พบว่าปริมาณคาร์บอนที่ทินทินนิตบริโภคคิดเป็นสัดส่วน 26% ของผลผลิตแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด และเป็น 52% ของปริมาณแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (Verity, 1985) :ซึ่งนับว่ามีผลอย่างมาก โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งซึ่งมีแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กเป็นกลุ่มหลักเช่นในระบบนิเวศชายฝั่งของอ่าวไทย ซึ่งแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กกลุ่มฟิโคและนาโนแพลงก์ตอนอาจมีมวลชีวภาพในรูปของ Chlorophyll *a* ได้สูงถึงร้อยละ 90 ของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด (อัจฉราภรณ์ (เปี่ยมสมบุญ, 2545)



รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรทินทินนิตและ *Phaeocystis pouchetii* ในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม 1985 ดัดแปลงจาก Admiraal and Venekamp (1986)

อย่างไรก็ตาม ซิลิเกตกลุ่ม Oligotrich และ copepod nauplii ก็เป็นกลุ่มที่กินแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กเป็นอาหาร โดยขนาดแพลงก์ตอนพืชที่เหมาะสมของทั้งสองชนิดนี้มีค่าใกล้เคียงกัน จากกราฟ prey size selectivity curves โดย Ingrid, Andersen, and Vadstein (1996) พบว่าช่วงขนาดของเหยื่อที่สิ่งมีชีวิตทั้งสองกลุ่มกินได้มีค่าทับซ้อนกัน (รูปที่ 9) โดยเฉพาะช่วง 10  $\mu\text{m}$  ซึ่งเป็นช่วงที่ทินทินนิตสามารถกินได้ด้วย ทำให้สิ่งมีชีวิตทั้งสามกลุ่ม ได้แก่ ซิลิเกตกลุ่มทินทินนิต ซิลิเกตกลุ่ม Oligotrich และ copepod nauplii อาจมีความสัมพันธ์ในลักษณะแก่งแย่งแข่งขันกันได้เมื่ออยู่ในระบบนิเวศเดียวกัน



รูปที่ 9 Prey size selectivity curves ของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม Oligotrich Ciliates, copepod nauplii และ copepods (Ingrid et al., 1996)

### ผู้ล่าของทินทินนิต

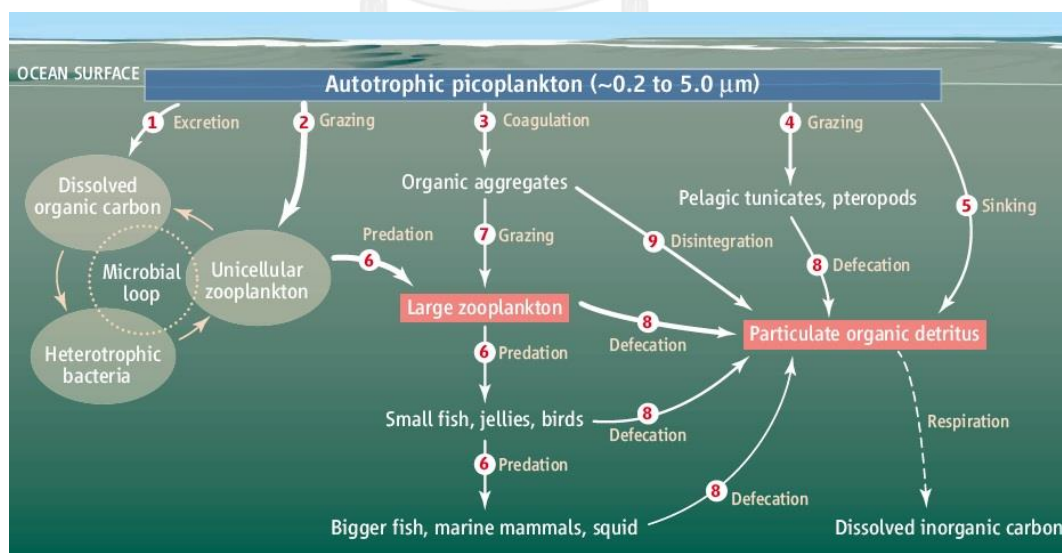
นอกจากจะเป็นผู้บริโภคแพลงก์ตอนพืชแล้ว ซิลิเอต รวมไปถึงซิลิเอตกลุ่มทินทินนิต ยังเป็นตัวเชื่อมสำคัญที่จะถ่ายทอดผลผลิตจาก microbial loop ไปสู่ Pelagic food web อีกด้วย (รูปที่ 10) โดยผลผลิตที่ได้จากการตรึงคาร์บอนของสาหร่ายขนาดเล็กจะถูกถ่ายทอดผ่านซิลิเอตไปสู่สิ่งมีชีวิตที่มี trophic level สูงกว่า แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มซิลิเอตนับว่าเป็นแหล่งอาหารสำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มอื่น เนื่องจากซิลิเอตมีสัดส่วน C:N ต่ำ และเป็นแหล่งของกรดอะมิโนที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับแพลงก์ตอนพืชหรืออินทรีย์สารอื่น (Gifford and Dagg, 1988; Stoecker and Capuzzo, 1990) แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่กินทินทินนิตเป็นอาหารมีดังนี้

#### Protozoa ขนาดใหญ่

*Favella* spp. เป็นทินทินนิตในวงศ์ Favellidae ซึ่งทินทินนิตกลุ่มนี้มีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับทินทินนิตชนิดอื่น โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางช่องเปิดปากได้มากที่สุดถึง 153 ไมโครเมตร ในชนิด *Favella brevis* Kofoid & Campbell, 1929 และความยาวของลอริกาสามารถยาวได้ถึง 310 ไมโครเมตร ในชนิด *Favella helgolandica* Brandt, 1906 มีรายงานว่าทินทินนิตกลุ่มนี้กินทินทินนิตขนาดเล็กสกุล *Tintinnopsis* เป็นอาหาร นอกจากทินทินนิตด้วยตัวเองแล้ว โปรโตซัวกลุ่มอื่นก็กินทินทินนิตเป็นอาหารเช่นเดียวกัน โปรโตซัวกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตบางชนิด เช่น *Certium furca*, *Gyrodinium insturium* และ *Noctiluca scintillians* ก็กินทินทินนิตเป็นอาหารเช่นเดียวกัน โปรโตซัวกลุ่ม Planktonic Sarcodines เป็นอีกกลุ่มหนึ่งที่มีรายงานว่ากินทินทินนิตเป็นอาหาร โดยมีหลักฐานว่าพบลอริกาของทินทินนิต อยู่ใน Fecal strand ของ Radiolaria Planktonic Sarcodines กลุ่มที่กินทินทินนิตได้แก่ Radiolaria

#### Copepods

จากรายงานการศึกษาที่ผ่านมา พบลอรिकाของทินทินนิตอยู่ใน fecal pellets ของโคพีพอดหลายชนิด โดยเฉพาะกลุ่ม Calanoid copepods โคพีพอดกลุ่มที่มีรายงานว่ากินทินทินนิตเป็นอาหารได้แก่โคพีพอดสกุล *Acartia tonsa* และ *Tortanus setacaudatus* ซึ่งจากการศึกษาของ Roberson (1983) พบว่าโคพีพอดทั้งสองชนิดมีการกินอาหารที่แตกต่างกัน โดย *Acartia tonsa* สามารถกินทินทินนิตได้ทั้งสองขนาด คือกินได้ทั้ง *Tintinnopsis tubulosa* ซึ่งมีความยาวของเซลล์ 148  $\mu\text{m}$  และ *Favella panamensis* ซึ่งมีความยาวของเซลล์ 265  $\mu\text{m}$  ในขณะที่ *Tortanus setacaudatus* กิน *Favella panamensis* แต่ไม่พบว่ามีการกิน *Tintinnopsis tubulosa* *Acartia tonsa* มีการเปลี่ยนแปลงการกินอาหารเมื่อองค์ประกอบชนิดของเหยื่อเปลี่ยน โดยเมื่อแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กกว่า 10  $\mu\text{m}$  เป็นกลุ่มเด่น หรือเมื่อทินทินนิตมีความหนาแน่นเกิน 1000 เซลล์/ลิตร ทินทินนิตจะเป็นอาหารหลักของโคพีพอดชนิดนี้ ในขณะที่หากแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นในบริเวณนั้นมีขนาดมากกว่า 10  $\mu\text{m}$  อาหารหลักของโคพีพอดชนิดนี้จะเป็นแพลงก์ตอนพืชมากกว่าทินทินนิต ซึ่งเมื่อพิจารณาจากข้อมูลที่ว่า ระบบนิเวศชายฝั่งมักพบแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กเป็นกลุ่มเด่น ทำให้มีความเป็นไปได้สูงว่าโคพีพอด *Acartia tonsa* จะเป็นผู้ล่าที่มีบทบาทสำคัญมากต่อทินทินนิต นอกจากกลุ่ม Calanoid copepods แล้ว ยังมีรายงานว่า Cyclopoid copepods บางกลุ่ม เช่นสกุล Oithoia ล่ากินทินทินนิตด้วย โดยเฉพาะช่วงที่ทินทินนิตมีปริมาณมากกว่าปกติ จะพบลอรिकाของทินทินนิตใน fecal pellets ของโคพีพอดสกุลนี้ได้



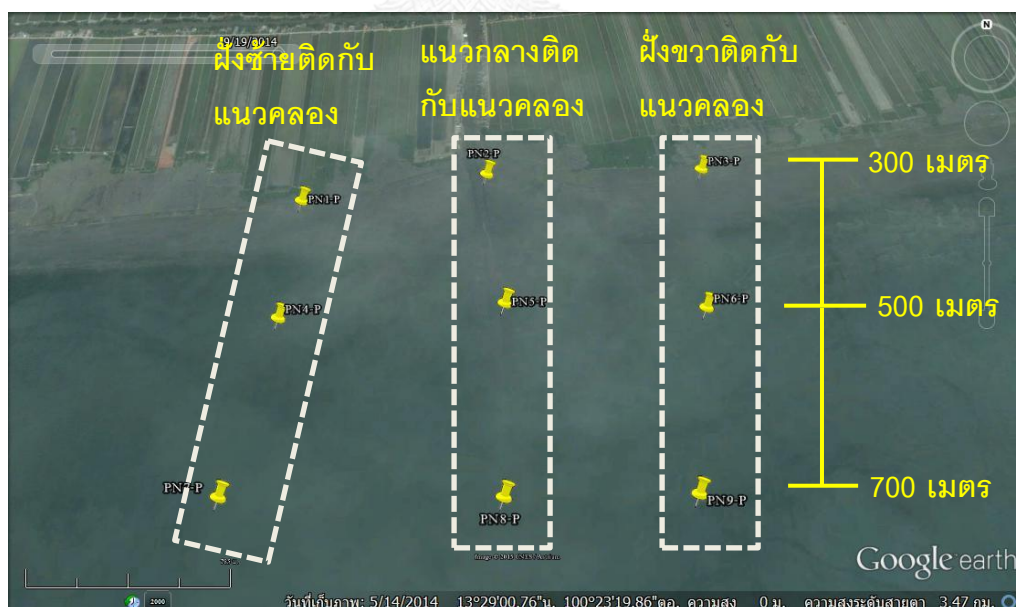
รูปที่ 10 การถ่ายทอดผลผลิตในรูปของอินทรีย์สารจาก microbial food web ไปสู่สิ่งมีชีวิตในกลุ่ม Metazoa ผ่านแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก (Barber, 2007)

## บทที่ 2

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

#### บริเวณที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาอยู่ในบริเวณปากคลองประมง ตำบลพันท้ายนรสิงห์ จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของอ่าวไทยตอนใน วางแนวเก็บตัวอย่าง 3 แนว ห่างชายฝั่งเป็นระยะ 300 เมตร 500 เมตร และ 700 เมตร ตามลำดับ แต่ละแนวเก็บตัวอย่างแบ่งออกเป็น 3 จุด ได้แก่ฝั่งซ้ายของแนวคลอง (PN1, PN4, PN7) แนวกลางติดกับแนวคลอง (PN2, PN5, PN8) และฝั่งขวาของแนวคลอง (PN3, PN6, PN9) รวมจุดเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 9 สถานี (รูปที่ 11) โดยเก็บตัวอย่างหินดินทราย วัดปัจจัยกายภาพ เก็บข้อมูลมวลชีวภาพแพลงก์ตอนพืช และเก็บข้อมูลความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์ ทำการเก็บตัวอย่างรวม 4 ครั้ง คือช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ 2 ครั้งในเดือนพฤศจิกายน 2555 (ต้นฤดู) และเดือนกุมภาพันธ์ 2556 (ปลายฤดู) ช่วงเปลี่ยนมรสุม เดือนเมษายน 2556 และช่วงปลายมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เดือนตุลาคม 2556



รูปที่ 11 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณปากคลองประมง ต. พันท้ายนรสิงห์ อ. เมือง จ. สมุทรสาคร

## การศึกษาทินทินนิต

### 1. ความหลากหลายของทินทินนิต

เก็บตัวอย่างน้ำที่ความลึก 0.5 เมตรจากผิวน้ำด้วยกระบอกเก็บน้ำแวนอนโดยให้มีปริมาตรรวม 20 ลิตร กรองน้ำทะเลผ่านตาข่ายขนาดตา 20 ไมโครเมตร และรักษาสภาพด้วยน้ำยาผสม Lugol: formalin : thiosulfate ในอัตราส่วน 10 ไมโครลิตร: 0.5 มิลลิลิตร: 20 ไมโครลิตร ต่อปริมาตรตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างจุดละ 3 ซ้ำ นำตัวอย่างมาจำแนกจนถึงระดับชนิดในห้องปฏิบัติการโดยใช้คู่มือจำแนกของ Marshall (1969) Lee, Leedale, and Bradbury (2000) และ Agatha and Struder-Kypke (2007) และ นับจำนวนตัวอย่างด้วย Sedgewick-Rafter Slide ขนาด 20 x 50 x 1 มิลลิเมตร แต่ละขวดตัวอย่างทำ 3 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นนำจำนวนเซลล์ที่ได้มาหาความหนาแน่นในหน่วยของเซลล์ต่อลิตร โดยค่าความหนาแน่นหาจาก

$$\text{ความหนาแน่น (เซลล์/ลิตร)} = (\text{จำนวนเซลล์ที่นับได้} \times \text{ปริมาตรตัวอย่าง}) / \text{ปริมาตรน้ำที่กรองในหน่วยลิตร}$$

### 2. ขนาดของทินทินนิต

ถ่ายรูปและวัดขนาดด้วยอุปกรณ์ Dinocapture 2.0 ซึ่งได้รับการสอบเทียบกับ stage micrometer แล้ว สุ่มวัดเส้นผ่านศูนย์กลางปาก ลอริกา (Lorica Oral Diameter: LOD) และความยาวลอริกา (Lorica Length: LL) ของทินทินนิตชนิดละ 20 เซลล์ แล้วนำค่าเส้นผ่านศูนย์กลางปาก ลอริกาและค่าความยาวลอริกาของแต่ละชนิดที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้คำนวณณหามวลชีวภาพต่อไป

### 3. มวลชีวภาพของทินทินนิต

นำค่าเส้นผ่านศูนย์กลางลอริกาและความยาวลอริกาเฉลี่ยของทินทินนิตแต่ละชนิดที่คำนวณได้มาหาปริมาตรเซลล์ โดยใช้สูตรคำนวณของทรงกระบอก ดังนี้

$$\text{ปริมาตรเซลล์} = \pi r^2 L$$

เมื่อ  $r$  = รัศมีของปากลอริกา

$L$  = ความยาวลอริกา



เมื่อได้ปริมาตรเซลล์ของแต่ละชนิดมาแล้ว นำมาแทนค่าในสมการ (Uye, Nagano, and Tamaki, 1996)

$$C_t = 444.5 + 0.053 LV$$

เมื่อ  $C_t$  = มวลชีวภาพของหินทินนิตในรูปของคาร์บอน ในหน่วยฟิโคกรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร  
 $LV$  = ปริมาตรของเซลล์หินทินนิตแต่ละชนิด

เมื่อได้ปริมาณคาร์บอนต่อเซลล์ของแต่ละชนิดมาแล้ว นำมาคูณกับความหนาแน่นเพื่อหามวลชีวภาพของหินทินนิตทั้งหมดต่อไป

#### การศึกษาปัจจัยทางกายภาพ

เก็บข้อมูลปัจจัยทางกายภาพของน้ำทะเลบริเวณที่ศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ค่า pH และปริมาณออกซิเจนละลาย โดยใช้เครื่อง multiprobe YSI 600 ในการวัด โดยวัดที่ระดับต่ำกว่าผิวน้ำ 0.5 เมตร ในทุกๆ จุดที่มีการเก็บตัวอย่าง

#### การศึกษาปัจจัยทางชีวภาพ

##### 1. ความหลากหลายและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์

ใช้ถุงลากแพลงก์ตอนขนาดตา 100 สำหรับแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กไมโครแพลงก์ตอน (microzooplankton) และ 300 ไมโครเมตรสำหรับแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่แพลงก์ตอน (mesozooplankton) ลากแพลงก์ตอนในแนวระดับขนานกับผิวน้ำตัวอย่างละ 2 ซ้ำ รักษาสภาพตัวอย่างด้วย Formalin ที่ความเข้มข้นสุดท้ายประมาณ 5% นำมานับจำนวนและหาความหนาแน่นในห้องปฏิบัติการโดยใช้คู่มือ South Atlantic Zooplankton (Boltovskoy, 1999)

## 2. มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช

### การกรองคลอโรฟิลล์แยกตามขนาดเซลล์

ใช้กระบอกเก็บน้ำแวนอนตักน้ำจากบริเวณที่ศึกษา กรองด้วยผ้าตาข่ายขนาดตา 200 ไมโครเมตร จากนั้นเก็บน้ำทำเลที่กรองแล้วปริมาตร 1 ลิตร แช่เย็นแล้วนำมากรองแยกตามขนาดเพื่อนำไปสกัดหาอัตราส่วนมวลชีวภาพในรูปคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืช โดยดำเนินการตามแผนผังดังต่อไปนี้



### การสกัดคลอโรฟิลล์

การสกัดคลอโรฟิลล์ในการศึกษาครั้งนี้ได้ดัดแปลงจากวิธีการของ Arar and Collins (1997) โดยนำกระดาษกรองที่ได้มาแช่ในสารละลาย 90% acetone ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำตัวอย่างมาทำให้เซลล์แตกโดยใช้คลื่นความถี่สูงเป็นเวลา 30 วินาที ปิดปากหลอดด้วยวาราฟิล์มแล้วเก็บไว้ในที่เย็นและไม่โดนแสง เป็นเวลา 8 - 12 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว แล้วนำตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนตริฟิวจ์ P Selecta รุ่น Centromix mod S-549 เป็นเวลา 5 นาที ที่ 3000-4000 rpm รินส่วนใสมาวัดค่าด้วยเครื่อง Fluorometer (AquaFluor, Turner Designs) ที่เทียบปรับค่าด้วยสารละลายคลอโรฟิลล์ เอ มาตรฐาน บันทึกค่าการอ่านครั้งแรก จากนั้นเติมกรด HCl 5% v/v ลงไปในตัวอย่าง ประมาณ 2 - 3 หยด ทิ้งไว้ 5 นาที แล้ววัดค่าอีกครั้งหนึ่ง นำค่าที่ได้มาแทนในสมการ

$$\text{chlorophyll}_a \text{ (}\mu\text{g/l หรือ mg/m}^3\text{)} = F_s(r/r-1)(R_b-R_a)(v/V)$$

โดยที่  $F_s$  = ค่า response factor ของเครื่อง

$r$  = สัดส่วนของค่าฟลูออเรสเซนซ์ของสารมาตรฐานคลอโรฟิลล์  
ก่อนและหลังเติมกรด

$R_b$  = ค่าที่อ่านได้ก่อนเติมกรด

$R_a$  = ค่าที่อ่านได้หลังเติมกรด

$v$  = ปริมาตร acetone

$V$  = ปริมาตรน้ำทะเลที่ถูกรอง

หลังจากวัดแล้ว นำค่าต่างๆ ซึ่งได้แก่คลอโรฟิลล์ เอ รวม (total chlorophyll a) คลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนและพิโคแพลงก์ตอน (nano & pico-chlorophyll<sub>a</sub>) และคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอน (nano-chlorophyll<sub>a</sub>) แล้วนำมาหักลบกันเพื่อหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ รวม คลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอน คลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาด นาโนแพลงก์ตอน และคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดพิโคแพลงก์ตอนในหน่วยไมโครกรัมต่อลิตร โดยใช้สมการ

$$\text{micro-chlorophyll } a = \text{total chl } a - (\text{pico\&nano-chl } a)$$

$$\text{pico-chlorophyll } a = (\text{pico\&nano-chl } a) - \text{nano-chl } a$$

### การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์โดยใช้ Pearson correlation เพื่อหาความสัมพันธ์ของความหนาแน่นและมวลชีวภาพของหินหินนิตกับปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพ นำข้อมูลปัจจัยทางกายภาพมาคำนวณสถิติโดยใช้วิธี ANOVA เพื่อหาความแตกต่างทั้งในแง่ของฤดูกาลและตำแหน่งในการเก็บตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูลความหนาแน่นของหินหินนิตด้วยวิธี cluster analysis และ multidimensional scaling (MDS) เพื่อดูอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ต่อการจัดกลุ่มประชากรของหินหินนิต และนำข้อมูลมาเขียนเป็น conceptual model แสดงบทบาทของหินหินนิตในสายใยอาหาร

### บทที่ 3

#### ผลการศึกษา

##### องค์ประกอบชนิดของทินทินนิต

การศึกษาคความหลากหลายของทินทินนิตในบริเวณปากคลองประมงในระหว่างปี พ.ศ. 2555-2556 พบทินทินนิตทั้งหมด 8 วงศ์ ได้แก่ Tintinnidiidae, Codonellidae, Codonellopsidae, Coxiellidae, Favellidae, Rhabdonellidae, Undellidae และ Tintinnidae รวมทั้งสิ้น 12 สกุล 31 ชนิด (ตารางที่ 4) ทินทินนิตที่พบในการศึกษาคครั้งนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ Neritic genera ซึ่งประกอบด้วยสกุล *Favella*, *Stenosomella*, *Tintinnidium*, *Tintinnopsis* และ *Leprotintinnus*. กลุ่ม Cosmopolitan genera ซึ่งประกอบด้วย *Undella*, *Amphorellopsis* และ *Eutintinnus* กลุ่มสุดท้าย Warm-water genera ซึ่งได้แก่ *Rhabdonella* และ *Codonaria* กลุ่ม Neritic genera เป็นกลุ่มที่พบจำนวนสกุลมากที่สุด คือ 6 สกุล (ตารางที่ 4) และสามารถพบได้ในทุกฤดูกาลที่เก็บตัวอย่าง ยกเว้นบางสกุลเช่น *Stenosomella* ที่พบเฉพาะฤดูก่อนมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเท่านั้น ในขณะที่กลุ่ม Cosmopolitan genus จะสามารถพบ *Codonellopsis lusitamica* ได้ในทุกฤดูกาล แต่พบ *Undella* ช่วงก่อนและหลังมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ตารางที่ 5) สกุลที่มีจำนวนชนิดสูงที่สุดคือ *Tintinnopsis* โดยมีจำนวนชนิด 20 ชนิด

ตารางที่ 5 ทินทินนิตที่พบในการศึกษา

Family	Species	Distribution pattern
Tintinnidiidae Kent, 1882	<i>Tintinnidium</i> Kent, 1882	Neritic
	<i>Tintinnidium</i> sp.	
	<i>Leprotintinnus</i> Jörgensen, 1899	Neritic
	<i>Leprotintinnus nordqvistii</i> Nordqvist, 1890	
Codonellidae Kent, 1882	<i>Codonaria</i> Kofoid & Campbell, 1939	Warm water
	<i>Codonaria cistellula</i> (Fol, 1884) Kofoid & Campbell, 1939	
	<i>Tintinnopsis</i> Stein, 1867	Neritic
	<i>Tintinnopsis amphora</i> Kofoid & Campbell, 1929	
	<i>T. angusta</i> Meunier, 1910	
	<i>T. bermudensis</i> Brandt, 1906	
	<i>T. campanula</i> Ehrenberg, 1840	
	<i>T. ecaudata</i> Kofoid & Campbell, 1929	
	<i>T. frimbiata</i> Meunier, 1919	
	<i>T. lobiancoi</i> Daday, 1887	
	<i>T. lohmani</i> (Laackmann, 1906)	
	<i>T. panamensis</i> Kofoid & Campbell, 1929	
	<i>T. parva</i> Merkle, 1909	
	<i>T. radix</i> Imhof, 1886	
	<i>T. rotundata</i> Jörgensen, 1899	
	<i>T. subacuta</i> Jörgensen, 1899	
	<i>T. succulus</i> Brandt, 1896	
	<i>T. tocaninensis</i> Kofoid & Campbell, 1929	
	<i>T. tubulosa</i> Levander, 1900	
	<i>T. turgida</i> Kofoid & Campbell, 1929	
	<i>T. urnula</i> Meunier, 1910	
	<i>T. uruguayensis</i> Balech, 1948	

ตารางที่ 5 (ต่อ) ทินทินนิตที่พบในการศึกษา

Family	Species	Distribution pattern
Codonellopsidae Kofoid & Campbell, 1929	<i>Codonellopsis</i> Jörgensen, 1924	Cosmopolitan
	<i>Codonellopsis lusitanica</i> Jörgensen, 1924	
	<i>Stenosomella</i> Jörgensen, 1924	Neritic
	<i>Stenosomella</i> sp.	
Metacyclididae Kofoid & Campbell, 1929	<i>Helicostomella</i> Jörgensen, 1924	Neritic
	<i>Helicostomella</i> sp.	
Ptychocyclididae Kofoid & Campbell, 1929	<i>Favella</i> Jörgensen, 1924	Neritic
	<i>Favella ehrenbergii</i> (Claparède & Lachmann, 1858) Jörgensen, 1924	
	<i>Favella panamensis</i> Kofoid & Campbell, 1929	
Rhabdonellidae	<i>Rhapdonella</i> Brandt, 1906	Warm water
	<i>Rhapdonella</i> sp.	
Undellidae	<i>Undella</i> Daday, 1887	Cosmopolitan
	<i>Undella</i> sp.	
Tintinnidae	<i>Amphorelopsis</i> Kofoid & Campbell, 1929	Cosmopolitan
	<i>Amphorelopsis</i> sp.	
	<i>Eutintinnus</i> Kofoid & Campbell, 1939	Cosmopolitan
	<i>Eutintinnus</i> sp.	

ตารางที่ 5 ทินทินิดที่พบบริเวณปากคลองประมง อ เมือง จ. สมุทรสาคร ในแต่ละฤดูกาล

	Nov	Feb	Apr	Oct
<i>Tintinnidium</i> sp.	+	+	+	+
<i>Leptotintinnus nordgvistii</i>		+	+	+
<i>Codonaria cistellula</i>	+	+		+
<i>Tintinnopsis amphora</i>	+	+	+	+
<i>Tintinnopsis angusta</i>	+	+	+	+
<i>Tintinnopsis bermudensis</i>	+	+		+
<i>Tintinnopsis campanula</i>	+	+	+	+
<i>Tintinnopsis ecaudata</i>	+		+	+
<i>Tintinnopsis frimbiata</i>	+	+	+	+
<i>Tintinnopsis lobiancoi</i>	+	+	+	+
<i>Tintinnopsis lohmani</i>	+		+	+
<i>Tintinnopsis panamensis</i>			+	+
<i>Tintinnopsis parva</i>	+	+	+	+
<i>Tintinnopsis radix</i>		+	+	+
<i>Tintinnopsis rotundata</i>	+	+	+	+
<i>Tintinnopsis subacula</i>	+	+	+	+
<i>Tintinnopsis succulus</i>			+	
<i>Tintinnopsis tocaninensis</i>	+	+	+	+
<i>Tintinnopsis tubulosa</i>	+	+	+	
<i>Tintinnopsis turgida</i>		+	+	+
<i>Tintinnopsis urnula</i>			+	
<i>Tintinnopsis uruguayensis</i>	+	+	+	+
<i>Favella ehrenbergii</i>	+	+		+
<i>Favella panamensis</i>	+	+		+
<i>Stenosomella</i> sp.		+		
<i>Helicostomella</i> sp.	+			+
<i>Amphorellopsis</i> sp.			+	
<i>Codonellopsis lusitanica</i>	+	+	+	+
<i>Eutintinnus</i> sp.	+	+		+
<i>Undella</i> sp.	+	+		
<i>Rhapdonella</i> sp.	+			
Total genera	10	9	5	8
Total species	23	24	22	24

หมายเหตุ: เครื่องหมาย + แสดงว่าพบทินทินิดในฤดูกาลนั้นๆ

## สัณฐานวิทยาของทีนทินนิตที่พบบริเวณปากคลองประมง จังหวัดสมุทรสาคร

Family: Tintinnidiidae

*Tintinnidium* sp.

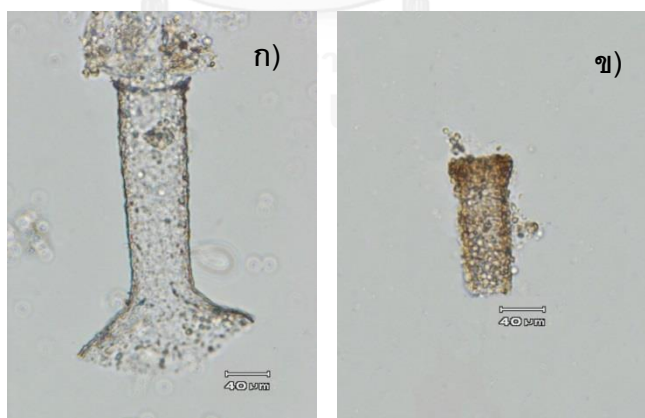
เส้นผ่านศูนย์กลางลลริกา; 15 – 48  $\mu\text{m}$  ,ความยาวลลริกา; 35 – 174  $\mu\text{m}$

ลลริกาเป็นรูปทรงท่อ ลลริกาอ่อนและพบการสะสมของอนุภาคตะกอนบนลลริกา โดยพบตะกอนสะสมกันหนาแน่นบริเวณช่องเปิดปาก (oral end) มากกว่าบริเวณอื่น นอกจากนี้บริเวณช่องเปิดปากยังพบโครงสร้างที่เรียกว่า collar ซึ่งเป็นส่วนใยยื่นพื้นออกมาจากช่องเปิดปาก แต่สังเกตเห็นค่อนข้างยากในกลุ่มนี้ บริเวณท้ายลลริกา (aboral end) เปิด (รูปที่ 12 ก)

*Leprotintinnus nordqvistii*

เส้นผ่านศูนย์กลางลลริกา; 27.8 – 39.6  $\mu\text{m}$  ,ความยาวลลริกา; 70 – 112  $\mu\text{m}$ .

ลลริกาเป็นทรงท่หรือทรงกระบอก ลลริกาอ่อนและพบการสะสมของตะกอนบริเวณลลริกา แต่ตะกอนที่สะสมบนลลริกานั้นมีปริมาณสม่ำเสมอกันตลอดทั่วทั้งลลริกา ไม่พบ collar บริเวณช่องเปิดปาก สามารถพบ spiral structure หรือรอยวงบนลลริกาได้บนลลริกาบริเวณใกล้กับช่องเปิดปาก แต่อาจสังเกตเห็นได้ยากเนื่องจากผิวขรุขระของลลริกา ด้านท้ายลลริกาหดเล็กน้อยและผายออกเป็นปากแตร (รูปที่ 12 ข)



รูปที่ 12 ทีนทินนิตวงศ์ Tintinnidiidae ก) *Leprotintinnus nordqvistii* ข) *Tintinnidium* sp.



## Family: Codonellidae

*Codonaria cistellula*

เส้นผ่านศูนย์กลางลอรिका; 17.5 – 33.8  $\mu\text{m}$  , ความยาวลอรिका; 31 – 57.8  $\mu\text{m}$

ลอรिकाทรงกลม เนื้อลอรिकाแข็งและมีเศษตะกอนสะสมอยู่สม่ำเสมอตลอดทั้งลอรिका ช่องเปิดปากลอรिकाไม่พบ collar ลอรिकाบริเวณด้านปลายช่องเปิดปากคอดเข้าเล็กน้อยก่อนจะผายออกเป็นปากแตร บริเวณท้ายลอรिकाปิดสนิทและมีรูปร่างกลม (รูปที่ 13 ก)

*Tintinnopsis amphora*

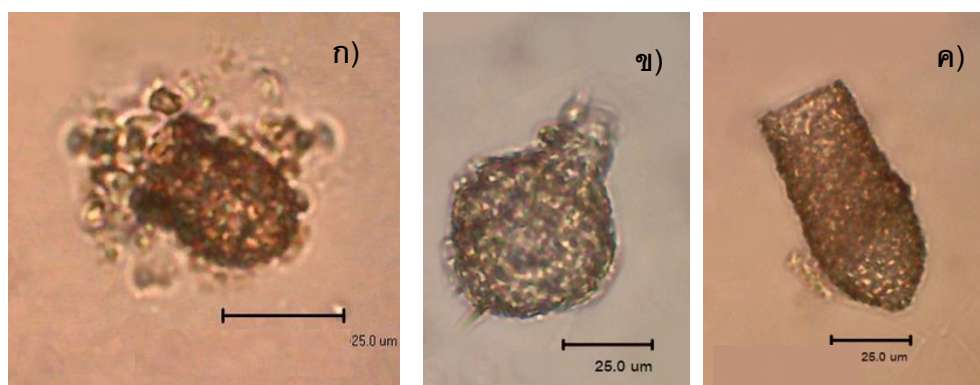
เส้นผ่านศูนย์กลางลอรिका; 14.1 – 35.1  $\mu\text{m}$  , ความยาวลอรिका; 58.8 – 102  $\mu\text{m}$ .

ลอรिकाทรงกลมค่อนข้างไปทางทรงกระสวย เนื้อลอรिकाแข็งและมีเศษตะกอนสะสมอยู่ เส้นผ่านศูนย์กลางของช่องเปิดปากมีขนาดน้อยกว่าหนึ่งในสามส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณท้ายลอรिका บริเวณท้ายลอรिकाปิดและมีลักษณะกลมมน ลอรिकाช่วงที่ค่อนข้างไปทางด้านท้ายผายและเป็นบริเวณที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุด (รูปที่ 13 ข)

*Tintinnopsis angusta*

เส้นผ่านศูนย์กลางลอรिका; 24.2 – 42.7  $\mu\text{m}$  , ความยาวลอรिका; 53.5 – 113  $\mu\text{m}$ .

ลอรिकाเป็นทรงกระบอกปลายค่อนข้างเรียว เนื้อลอรिकाแข็ง มีการสะสมของอนุภาคตะกอนสม่ำเสมอ ไม่พบ collar บริเวณช่องเปิดปาก เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นผ่านศูนย์กลางของช่องเปิดปากกว้างเป็นสัดส่วนมากกว่าครึ่งหนึ่งของบริเวณที่กว้างที่สุดของลอริกาลอรिका ลอรिकाช่วงค่อนข้างไปทางด้านท้ายผายออก และเรียวลงจนถึงปลายท้ายลอรिकाซึ่งปิดและมีลักษณะแหลม (รูปที่ 13 ค)



รูปที่ 13 ทินทินนิตินวงศ์ Codonellidae ก) *Codonaria cistellula* ข) *Tintinnopsis amphora* ค)

*Tintinnopsis angusta*

*Tintinnopsis bermudensis*

เส้นผ่านศูนย์กลางลลริกา; 30.0 – 31.1  $\mu\text{m}$  ,ความยาวลลริกา; 75.5 – 83.3  $\mu\text{m}$ .

ลลริกาเป็นรูปทรงกระบอก เนื้อลลริกาแข็งและมีการสะสมอนุภาคตะกอน อนุภาคตะกอนบนลลริกาสะสมกันหนาแน่นบริเวณช่องเปิดปากมากกว่าบริเวณอื่นเล็กน้อย ช่องเปิดปากลลริกาไม่พบ collar ลลริกาบริเวณด้านท้ายคอดเข้าก่อนจะผายออกเป็นทรงเกือบกลม ท้ายลลริกาปิดและมน (รูปที่ 14 ก)

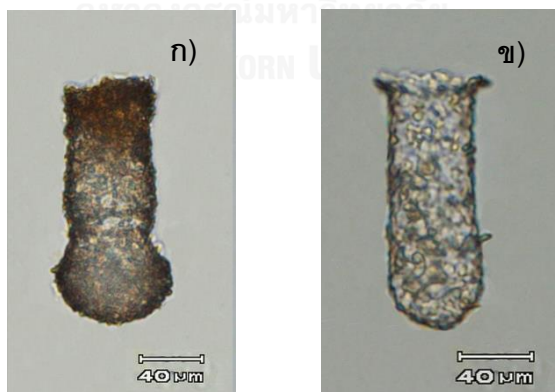
*Tintinnopsis campanula*

เส้นผ่านศูนย์กลางลลริกา; 24.9 – 33.4  $\mu\text{m}$  ,ความยาวลลริกา; 70.5 – 77.6  $\mu\text{m}$ .

ลลริกาเป็นทรงกระบอก เนื้อลลริกาแข็งและมีการสะสมของอนุภาคตะกอน อนุภาคตะกอนที่สะสมอยู่สม่ำเสมอแต่มีความหนาแน่นต่ำกว่าเมื่อเทียบกับ *T. bermudensis* ไม่พบ collar บริเวณช่องเปิดปาก ช่องเปิดปากผายออกเป็นปากแตร ขอบปากแตรเรียบ ท้ายลลริกาปิดและกลมมน (รูปที่ 14 ข)

*Tintinnopsis ecaudata*

ลลริกาเป็นทรงกระบอกและมีการสะสมของอนุภาคตะกอนเช่นกัน ลลริกาบริเวณปลายเปิดด้านปากผายออกคล้ายปากแตรคล้ายกับใน *T. campanula* แต่ขอบปากแตรหนากว่าและมีตะกอนสะสมมากกว่า ท้ายลลริกาปิดและกลมมน



รูปที่ 14 ทินทินนิตินในวงศ์ Codonellidae ก) *Tintinnopsis bermudensis* ข) *Tintinnopsis campanula*

*Tintinnopsis frimbiata*

เส้นผ่านศูนย์กลางลลริกา; 34.2 – 41.1  $\mu\text{m}$  ,ความยาวลลริกา; 78.2 – 84.9  $\mu\text{m}$ .

ลลริกาเกือบกลม ลลริกาหนา อนุภาคตะกอนที่สะสมบนลลริกาค่อนข้างหนาแน่น ไม่พบ colla ลลริกาบริเวณช่องเปิดปากคอดก่อนจะผายออกเป็นปากแตร ขอบปากแตรไม่เรียบ มักมีรอยหยักขนาดไม่เท่ากัน ด้านท้ายลลริกาเรียวแหลม พบโครงสร้างที่เรียกว่า pedicel ซึ่งเป็นส่วนที่ยื่นออกมาจากบริเวณด้านท้ายลลริกา มีลักษณะแหลมและสั้น (รูปที่ 15 ก)

*Tintinnopsis lobiancoi*

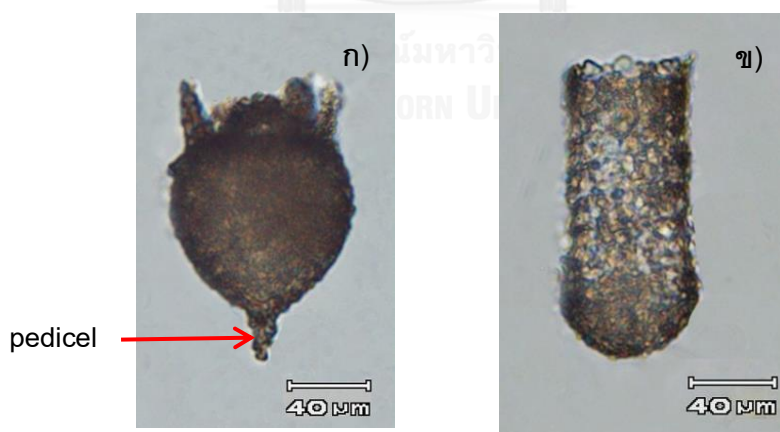
เส้นผ่านศูนย์กลางลลริกา; 27.7 – 31.6  $\mu\text{m}$  ,ความยาวลลริกา; 50.4 – 84.2  $\mu\text{m}$ .

ลลริกาทรงท้อ เนื้อลลริกาแข็งและมีการสะสมของอนุภาคตะกอนที่ลลริกาค่อนข้างสม่ำเสมอ ไม่พบ collar บริเวณช่องเปิดปากลลริกา บริเวณลลริกาด้านปลายช่องเปิดปากพบ spiral structure ด้านท้ายลลริกาปิดและมน (รูปที่ 15 ข)

*Tintinnopsis lohmanni*

เส้นผ่านศูนย์กลางลลริกา; 10.2 – 31.2  $\mu\text{m}$  ,ความยาวลลริกา; 25.8 – 60.2  $\mu\text{m}$ .

ลลริกาเป็นทรงกระบอก ขนาดเล็กเมื่อเทียบกับชนิดอื่นในกลุ่มเดียวกัน มีการสะสมของอนุภาคตะกอนมากบริเวณปลายด้านช่องเปิดปากลลริกา ไม่พบ collar ด้านลลริกาปิดและกลม



รูปที่ 15 ทินทินนิตินวงศ์ Codonellidae ก) *Tintinnopsis frimbiata* ข) *Tintinnopsis lobiancoi*

*Tintinnopsis panamensis*

ลลริกาเป็นรูปทรงกระบอกปลายแหลม เนื้อลลริกาแข็งและมีการสะสมของอนุภาคตะกอน สม่่าเสมอ ความหนาแน่นของตะกอนที่สะสมอยู่บนลลริกาค่อนข้างต่ำ ช่องเปิดปากลลริกาไม่พบ collar ทำยลลริกาแหลม pedicel ที่ยื่นออกมาจากส่วนท้ายของลลริกาปิดเป็นเกลียวเล็กน้อย มีลักษณะแหลมและใส (รูปที่ 16 ก)

*Tintinnopsis parva*

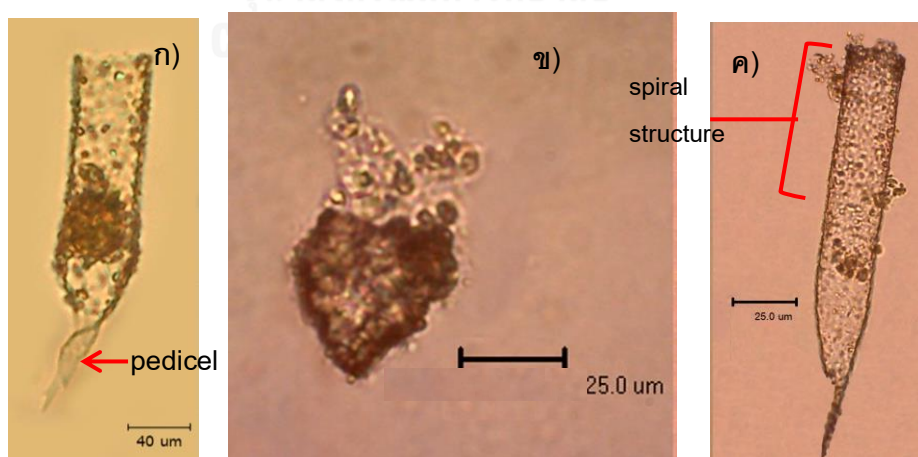
เส้นผ่านศูนย์กลางลลริกา; 26 – 26.3  $\mu\text{m}$  ,ความยาวลลริกา; 39.4 – 41.4  $\mu\text{m}$ .

ลลริกาทรงกรวยสั้น มีการสะสมของอนุภาคตะกอนลลริกาหนาแน่นและสม่่าเสมอ ไม่พบ collar ที่ช่องเปิดปากลลริกา ลลริกาด้านใกล้ช่องเปิดปากผายออกและเป็นส่วนที่กว้างที่สุดของลลริกา ด้านท้ายลลริกาปิดและมีลักษณะแหลมเล็กน้อย (รูปที่ 16 ข)

*Tintinnopsis radix*

เส้นผ่านศูนย์กลางลลริกา; 37.2 – 39.1  $\mu\text{m}$  ,ความยาวลลริกา; 191 – 287  $\mu\text{m}$ .

ลลริกาทรงกระบอกปลายแหลมและมีการสะสมของอนุภาคตะกอนไม่สม่่าเสมอกัน โดยบริเวณใกล้ช่องเปิดปากจะมีอนุภาคสะสมหนากว่าบริเวณอื่น พบ spiral structure บนลลริกา บริเวณด้านใกล้ช่องเปิดปาก ปลายลลริกาค่อยๆ แคบลงจนเรียวแหลมที่ท้ายลลริกา ทำนลลริกาเปิดเป็นช่องเล็กๆ ปลายเฉียง (รูปที่ 16 ค)



รูปที่ 16 ทินตินนิตินวงศ์ Codonellidae ก) *Tintinnopsis panamensis* ข) *T. parva*  
ค) *T. radix*

*Tintinnopsis rotundata*

เส้นผ่านศูนย์กลางกลางลลริกา; 20.5 – 33.3  $\mu\text{m}$  , ความยาวลลริกา; 78.1 – 85.9  $\mu\text{m}$ .

ลลริกาเป็นทรงกระบอก มีการสะสมของอนุภาคตะกอนมากบริเวณท้ายลลริกา ช่องเปิดปากไม่พบ collar ท้ายลลริกาปิดและกลม ลลริกาด้านบนผายออกเป็นทรงกลม ซึ่งเรียกว่า *T. burmudensis* และไม่พบรอยคอดเหนือทรงกลม (รูปที่ 17 ก)

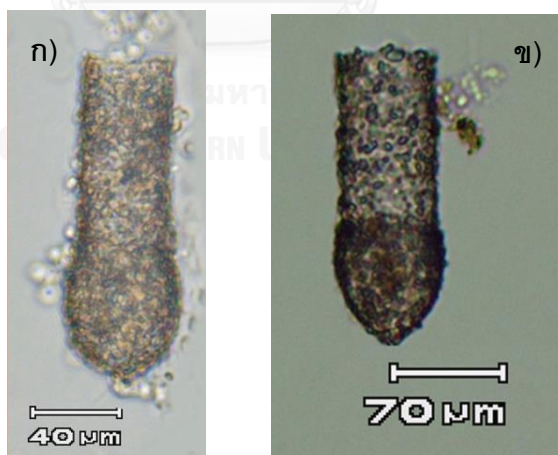
*Tintinnopsis subacuta*

เส้นผ่านศูนย์กลางกลางลลริกา; 23.6 – 32.2  $\mu\text{m}$  , ความยาวลลริกา; 90.2 – 118  $\mu\text{m}$ .

ลลริกาทรงกระบอกปลายแหลม เนื้อลลริกาแข็ง มีการสะสมของอนุภาคตะกอนสูงบริเวณด้านท้ายของลลริกา ไม่พบ collar บริเวณช่องเปิดปาก ลลริกาช่วงท้ายผายออกเล็กน้อย ปลายท้ายลลริกาปิดและเป็นปลายแหลม (รูปที่ 17 ข)

*Tintinnopsis sacculus*

ลลริกาทรงกระบอกรูปทรงสมมาตร อนุภาคที่สะสมอยู่บนลลริกามีขนาดเล็กและมีการสะสมค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับชนิดอื่นในสกุลเดียวกัน ช่องเปิดปากไม่พบ collar ท้ายลลริกาปิดและกลมมน



รูปที่ 17 ทินทินนิตินวงศ์ Codonellidae ก) *Tintinnopsis rotundata* ข) *T. subacuta*

*Tintinnopsis tocaninensis*

เส้นผ่านศูนย์กลางลอริกา; 17.5 – 19.9  $\mu\text{m}$  , ความยาวลอริกา; 137 – 153  $\mu\text{m}$ .

ลอริกาทรงกระบอก มีการสะสมของอนุภาคตะกอนสม่ำเสมอ ไม่พบ collar ที่ช่องเปิดปาก ลอริกาข้างท้ายผายออกเป็นรูปทรงกลม ไม่พบรอยคอดเหนือทรงกลม ท้ายลอริกาปิด และมี pedicel หรือส่วนยื่นลักษณะแหลมและสั้นยื่นออกมาจากปลายลอริกา (รูปที่ 18 ก)

*Tintinnopsis tubulosa*

ลอริกาทรงกระบอก มีการสะสมของอนุภาคตะกอนสม่ำเสมอทั่วลอริกา ปลายด้าน aboral end ปิด ด้านปลายผายออกเป็น bowl ซึ่งมีลักษณะโค้งเล็กน้อย

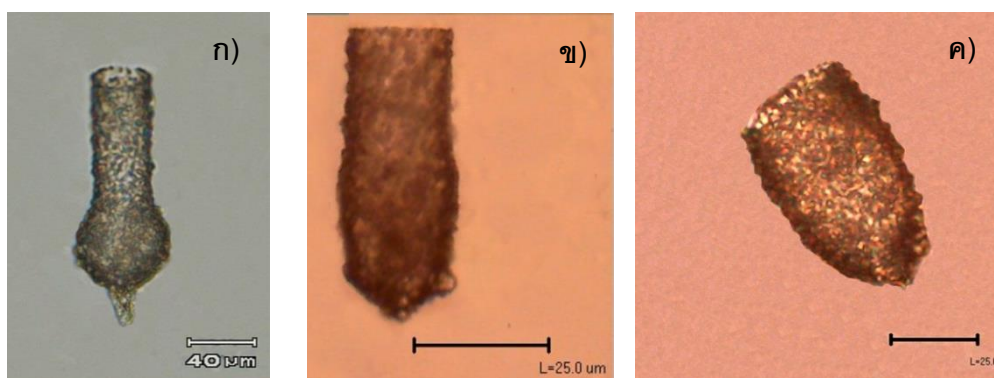
*Tintinnopsis turgida*

เส้นผ่านศูนย์กลางลอริกา; 28.7 – 41.4  $\mu\text{m}$  , ความยาวลอริกา; 85.1 – 120  $\mu\text{m}$ .

ลอริกาเป็นทรงกระบอกตรง มีการสะสมของอนุภาคตะกอนมากบริเวณท้ายลอริกา ช่องเปิดปากไม่พบ collar ท้ายลอริกาปิด ลอริกาด้านท้ายของลอริกาผายออกจนเกือบกลม แต่มีด้านยาวมากกว่าด้านกว้างเมื่อเทียบกับ *T. burmudensis* และ *T. rotundata* ไม่พบรอยคอดเหนือส่วนผายของลอริกา (รูปที่ 18 ข)

*Tintinnopsis urnula*

ลอริกามีขนาดเล็กและเป็นทรงรี มีการสะสมของอนุภาคตะกอนที่ลอริกาสม่ำเสมอ ไม่พบ collar ที่ช่องเปิดปาก ช่องเปิดปากกว้างกว่าครึ่งหนึ่งของส่วนที่กว้างที่สุดของลอริกา ท้ายลอริกาปิดและมีปลายแหลมเล็กน้อย (รูปที่ 18 ค)



รูปที่ 18 ทินทินนิตินวงศ์ Codonellidae ก) *Tintinnopsis tocaninensis* ข) *T. turgida*  
ค) *T. urnula*

*Tintinnopsis uruguayensis*

เส้นผ่านศูนย์กลางลอริกา; 19.5 – 26.8  $\mu\text{m}$  , ความยาวลอริกา; 37.8 – 48.6  $\mu\text{m}$ .

ลอริกามีขนาดเล็ก ทรงรีถึงรูปไข่ มีการสะสมของอนุภาคตะกอนค่อนข้างสม่ำเสมอทั้งลอริกา ช่องเปิดปากกว้างและผายออกคล้าย *T. frimbrita* แต่เรียกว่าด้านท้ายลอริกาปิดและเป็นปลายแหลม มี pedicel ขนาดเล็กและแหลมยื่นออกมาบริเวณท้ายลอริกา (รูปที่ 19 ก)

Family: Codonellopsidae

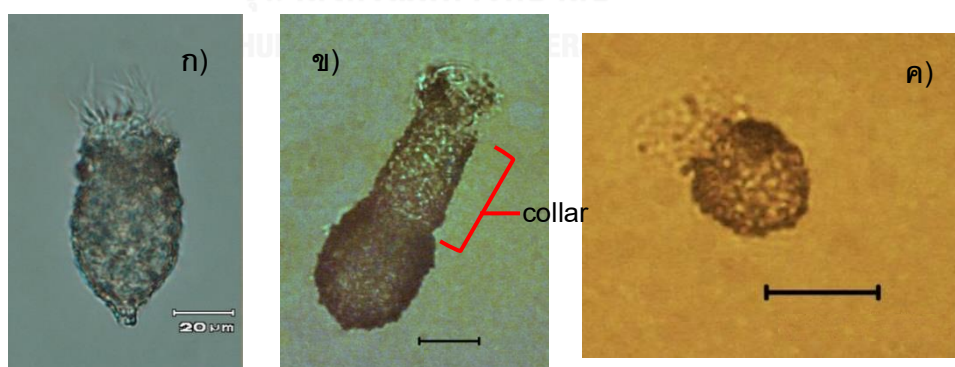
*Codonellopsis lusitanica*

เส้นผ่านศูนย์กลางลอริกา; 25.9 – 27.8  $\mu\text{m}$  , ความยาวลอริกา; 86.8 – 95.1  $\mu\text{m}$ .

ลอริกาแบ่งเป็นสองส่วนชัดเจน ได้แก่ส่วนลอริกาและส่วน collar มีลักษณะค่อนข้างกลม และมีการสะสมของอนุภาคตะกอนหนาสม่ำเสมอ ทำลอริกาปิดและกลมมน ไม่พบ pedicel จากท้ายลอริกา บริเวณช่องเปิดปากพบ collar มีลักษณะเป็นทรงกระบอกใส มีขนาดยาวกว่าลอริกา collar มีการสะสมของอนุภาคตะกอนน้อยมากเมื่อเทียบกับลอริกา (รูปที่ 19 ข)

*Stenosomella* sp.

ลอริกาทรงเกือบกลม มีการสะสมของตะกอนดิน พบ collar ขนาดเล็กบริเวณช่องเปิดปาก ลอริกากว้างและสั้น ปลายด้านเปิดของช่องปากมีความกว้างน้อยกว่าความกว้างของท้ายลอริกา ท้ายลอริกาปิดและกลมมน (รูปที่ 19 ค)



รูปที่ 19 ทินทินนิตในวงศ์ Codonellidae ก) *Tintinnopsis uruguayensis* และทินทินนิตในวงศ์ Codonellopsidae ข) *Codonellopsis lusitanica* ค) *Stenosomella* sp. เส้นสีดำแสดงขนาด 25 ไมโครเมตร

Family: Metacylididae

*Helicostomella* sp.

เส้นผ่านศูนย์กลางลอริกา; 18.4 – 21.0  $\mu\text{m}$  , ความยาวลอริกา; 53.5 – 58.3  $\mu\text{m}$ .

ลอริกาใส มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกยาวปลายแหลม ไม่พบ collar บริเวณช่องเปิดปาก พบรอยวงรอบลอริกา หรือ spiral structure โดยรอบลอริกาด้านใกล้กับช่องเปิดปาก โดยจำนวนวงรอบจะแตกต่างกันไปตั้งแต่ 3 ถึง 60 รอบ ท้ายลอริกาปิด และค่อยๆ แคบลงจนเชื่อมกับ pedicel ปลายแหลม

Family: Favellidae

*Favella ehrenbergii*

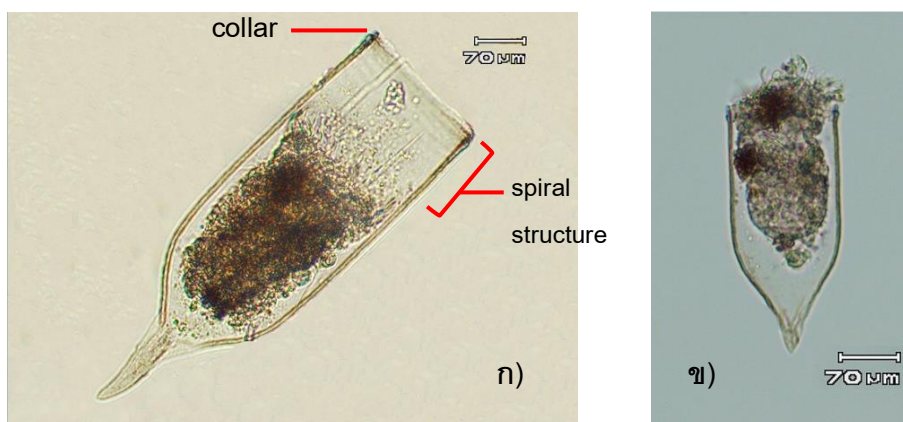
เส้นผ่านศูนย์กลางลอริกา; 77.7 – 119  $\mu\text{m}$  , ความยาวลอริกา; 187 – 381  $\mu\text{m}$ .

ลอริกาใส เป็นรูปทรงกระบอกตรง ไม่มีการสะสมของอนุภาคตกอน ช่องเปิดปากลอริกามี collar ขนาดเล็ก มี spiral structure ชัดเจนบริเวณรอบลอริกาด้านที่ติดกับช่องเปิดปาก ท้ายลอริกากลมมนและเชื่อมต่อกับ pedicel ซึ่งมีลักษณะมนและยาวออกมาอย่างเห็นได้ชัด (รูปที่ 20 ก)

*Favella panamensis*

เส้นผ่านศูนย์กลางลอริกา; 75.7 – 82.1  $\mu\text{m}$  , ความยาวลอริกา; 147 – 185  $\mu\text{m}$ .

ลอริกาใสและเป็นรูปทรงกระบอกปลายเรียว ไม่มีการสะสมของตะกอนที่ลอริกา มี spiral structure โดยรอบลอริกาด้านติดกับช่องปาก แต่ไม่ชัดเจนเท่า *Favella ehrenbergii* ท้ายลอริกาเรียวลงไปจนเชื่อมต่อกับ pedicel ที่สั้นและค่อนข้างแหลม (รูปที่ 20 ข)



รูปที่ 20 ทินทินนิควงศ์ Favellidae ก) *Favella ehrenbergii* ข) *Favella panamensis*



**Family: Rhabdonellidae**

*Rhapdonella* sp.

ลลริกาใสและมีรูปทรงคล้ายแจกัน ไม่มีการสะสมของตะกอนบริเวณลลริกา ขอบด้านปลายช่องเปิดปากเรียบ ลลริกาบริเวณใต้ช่องเปิดปากหนากว่าส่วนอื่นเล็กน้อย ทำลลริกาปิดและแหลม ไม่พบ pedicel มี ribs หรือรอยเส้นตามแนวตั้งโดยรอบลลริกา จำนวนที่พบแตกต่างกันออกไป ระหว่าง 24-36 ร่อง

**Family: Undellidae**

*Undella* sp.

ลลริกาใส รูปร่างทรงกระบอกปลายแหลม ไม่มีการสะสมตะกอนบริเวณลลริกา ไม่พบ collar ขอบด้านช่องเปิดปากเรียบและบางกว่าบริเวณอื่น ทำลลริกาปิดและแหลมเล็กน้อย ไม่พบ pedicel (รูปที่ 21 ก)

**Family: Tintinnidae**

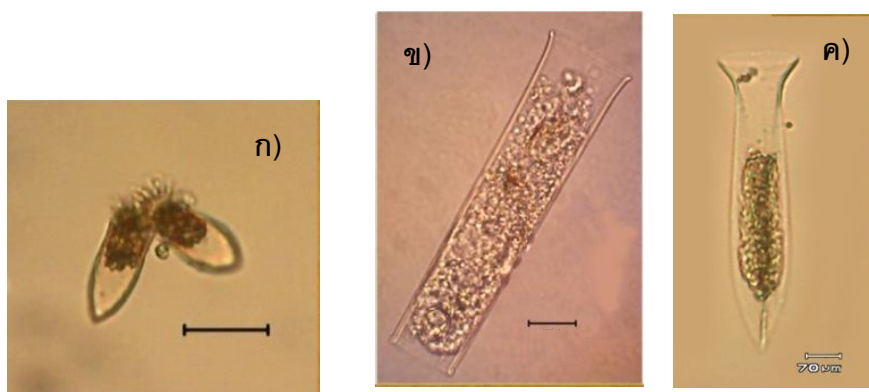
*Eutintinnus* sp.

เส้นผ่านศูนย์กลางลลริกา; 42.4 – 49.0  $\mu\text{m}$  , ความยาวลลริกา; 157 – 186  $\mu\text{m}$ .

ลลริกาใสและยาว รูปทรงลลริกาเป็นรูปทรงกระบอก ไม่มีการสะสมตะกอนบริเวณลลริกา ช่องเปิดปากไม่พบ collar ปลายด้านเปิดของช่องปากเรียบและผายออกเล็กน้อย ทำลลริกาเปิดและเป็นปลายตัดเรียบ (รูปที่ 21 ข)

*Amphorelopsis* sp.

ลลริกาใสรูปทรงกระสวย ไม่มีการสะสมของอนุภาคตะกอน ช่องเปิดปากเรียบและผายออกเป็นปากแตร ไม่พบ collar ทำลลริกาปิดและมีลักษณะแหลม (รูปที่ 21 ค)



รูปที่ 21 ทินทินนินิดวงศ์ Undellidae ก) *Undella* sp. และทินทินนินิดวงศ์ Tintinnidae

ข) *Amphorellopsis* sp. ค) *Eutintinnus* sp. เส้นสีดำแสดงขนาด 25 ไมโครเมตร

### ขนาดและปริมาตรเซลล์ของทินทินนินิดที่พบในบริเวณปากคลองประมง จังหวัดสมุทรสาคร

เส้นผ่านศูนย์กลางช่องเปิดปากลลริกา ความยาวลลริกา รวมถึงปริมาตรต่อ 1 เซลล์ ของทินทินนินิดแต่ละชนิดได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 อย่างไรก็ตาม ทินทินนินิดบางชนิดพบจำนวนน้อยมาก ทำให้ไม่มีข้อมูลขนาดและปริมาตรเซลล์ ขนาดของทินทินนินิดที่พบมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก เส้นผ่านศูนย์กลางของช่องเปิดปากลลริกาของทินทินนินิดที่พบบริเวณปากคลองประมงมีขนาดอยู่ในช่วง 10.2 – 119 ไมโครเมตร และความยาวลลริกาอยู่ในช่วง 31.0 – 381 ไมโครเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางลลริกามีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานภายในสปีชีส์น้อยกว่าเมื่อเทียบกับค่าความยาวลลริกา เมื่อนำข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางลลริกาและความยาวลลริกาเฉลี่ยมาคำนวณเพื่อหาปริมาตรเซลล์เฉลี่ยของแต่ละชนิด พบว่าปริมาตรเซลล์ของทินทินนินิดอยู่ในช่วง  $5.26 \times 10^4$  –  $1.14 \times 10^7$  ลูกบาศก์ไมโครเมตร กลุ่มที่มีปริมาตรเซลล์ต่อหนึ่งเซลล์เฉลี่ยต่ำที่สุดคือทินทินนินิดชนิด *Tintinnopsis lohmani* โดยมีปริมาตรเซลล์  $5.26 \times 10^4$  ลูกบาศก์ไมโครเมตร และกลุ่มที่มีปริมาตรเซลล์เฉลี่ยสูงที่สุดคือ *Favella ehrenbergii* ซึ่งมีปริมาตรเซลล์  $1.14 \times 10^7$  ลูกบาศก์ไมโครเมตร

ขนาดช่องเปิดปากลลริกามีผลต่อขนาดอาหารที่ทินทินนินิดสามารถกินได้ (Heinbokel, 1978) และความหลากหลายของขนาดปากยังมีความสัมพันธ์กับความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช (Dolan et al., 2002) ในการศึกษาครั้งนี้จึงแบ่งทินทินนินิดตามขนาดปากออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ กลุ่มแรกคือกลุ่มที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางช่องเปิดปากลลริกาเฉลี่ยน้อยกว่า 10 ไมโครเมตร ได้แก่ทินทินนินิดวงศ์ Tintinnidiidae ชนิด *Tintinnopsis lohmani* และ *Tintinnopsis tocantinensis* และ

ทินทินนิดวงศ์ Metacyclidae กลุ่มที่สอง ประกอบด้วยทินทินนิดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางช่องเปิดปากลอริกาเฉลี่ย 10 – 60 ไมโครเมตร ได้แก่ทินทินนิดในวงศ์ Tintinnidiidae, Tintinnidiidae ยกเว้นชนิดที่กล่าวถึงไปแล้วในกลุ่มแรก, Codonellopsidae, Undellidae, Rhabdonellidae และ Tintinnidae กลุ่มสุดท้ายคือกลุ่มที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางช่องเปิดปากลอริกาเฉลี่ยมากกว่า 60 ไมโครเมตร ได้แก่ทินทินนิดวงศ์ Favellidae จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย ANOVA และจัดกลุ่มโดยการหา Homogeneous Subset พบว่ากลุ่มแรกและกลุ่มที่สองถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และมีความแตกต่างจากกลุ่มที่สามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% จากผลการวิเคราะห์นี้ สามารถแบ่งทินทินนิดโดยใช้เกณฑ์ของขนาดช่องเปิดปากออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ ทินทินนิดขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางช่องเปิดปากต่ำกว่า 60 ไมโครเมตร และทินทินนิดขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางช่องเปิดปากลอริกามากกว่า 60 ไมโครเมตรขึ้นไป ซึ่งขนาดของทินทินนิดนี้จะนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อจัดลำดับชั้นในสายใยอาหารต่อไป ส่วนปริมาตรเซลล์ที่ได้จะนำไปคำนวณเพื่อหามวลชีวภาพในรูปคาร์บอนของแต่ละเซลล์ และนำไปคูณกับความหนาแน่นในแต่ละฤดูกาลเพื่อหามวลชีวภาพรวมของทินทินนิด

ตารางที่ 6 ขนาดและปริมาตรต่อหนึ่งเซลล์ของทีนทีนินิดที่พบบริเวณปากคลองประมง จังหวัดสมุทรสาคร

ชนิด	เส้นผ่านศูนย์กลาง			ความยาวลอริกา ( $\mu\text{m}$ )			ปริมาตร เซลล์ ( $\mu\text{m}^3$ )
	ช่องเปิดปากลอริกา ( $\mu\text{m}$ )			ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย				
Family Tintinnidiidae							
<i>Tintinnidium</i> sp.	15.0	48.0	25.1 $\pm$ 6.99	35.2	174	82.9 $\pm$ 26.9	16.4 $\times 10^5$
<i>Leprotintinnus nordgviistii</i>	27.8	39.6	33.3 $\pm$ 4.77	124.2	157.8	146 $\pm$ 14.0	5.08 $\times 10^5$
Family Codonellidae							
<i>Codonaria cistellula</i>	17.5	33.8	25.7 $\pm$ 11.6	31.0	57.8	44.4 $\pm$ 18.9	9.18 $\times 10^4$
<i>Tintinnopsis amphora</i>	14.1	35.1	24.6 $\pm$ 14.9	58.8	102.4	80.6 $\pm$ 30.8	1.53 $\times 10^5$
<i>Tintinnopsis angusta</i>	24.2	42.7	29.8 $\pm$ 8.74	53.5	112.9	71.5 $\pm$ 27.8	1.99 $\times 10^5$
<i>Tintinnopsis bermudensis</i>	30.0	31.1	30.6 $\pm$ 0.57	75.5	83.3	79.1 $\pm$ 27.8	2.33 $\times 10^5$
<i>Tintinnopsis campanula</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tintinnopsis ecaudata</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tintinnopsis frimbiata</i>	34.2	41.1	38.5 $\pm$ 3.77	78.2	84.9	81.6 $\pm$ 4.74	3.81 $\times 10^5$
<i>Tintinnopsis lobiancoi</i>	27.7	31.6	30.3 $\pm$ 1.56	50.4	84.2	75.5 $\pm$ 14.3	2.18 $\times 10^5$
<i>Tintinnopsis lohmani</i>	10.2	31.2	19.9 $\pm$ 10.6	25.8	60.2	42.3 $\pm$ 17.2	5.26 $\times 10^4$
<i>Tintinnopsis panamensis</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tintinnopsis parva</i>	26.0	26.3	26.2 $\pm$ 0.21	39.4	41.4	40.4 $\pm$ 1.41	8.68 $\times 10^4$
<i>Tintinnopsis radix</i>	37.2	39.1	38.1 $\pm$ 0.96	191	287	231 $\pm$ 49.8	1.05 $\times 10^6$
<i>Tintinnopsis rotundata</i>	20.5	33.3	26.9 $\pm$ 9.05	78.1	85.9	82.0 $\pm$ 5.16	1.86 $\times 10^5$
<i>Tintinnopsis subacuta</i>	23.6	32.2	27.9 $\pm$ 6.08	90.2	118	104 $\pm$ 19.5	2.54 $\times 10^5$
<i>Tintinnopsis succulus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tintinnopsis tocaninensis</i>	17.5	19.9	18.7 $\pm$ 1.56	136	152	146 $\pm$ 7.93	1.59 $\times 10^5$
<i>Tintinnopsis tubulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tintinnopsis turgida</i>	28.7	41.4	35.7 $\pm$ 3.33	85.1	120	109 $\pm$ 12.4	4.37 $\times 10^5$
<i>Tintinnopsis umula</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tintinnopsis uruguayensis</i>	19.5	26.8	23.9 $\pm$ 1.86	37.8	48.6	42.6 $\pm$ 2.94	7.64 $\times 10^4$

ตารางที่ 7 (ต่อ)ขนาดและปริมาตรต่อหนึ่งเซลล์ของฟีนทินินิดที่พบบริเวณปากคลองประมง  
จังหวัดสมุทรสาคร

ชนิด	เส้นผ่านศูนย์กลาง			ความยาวลอรिका (μm)			ปริมาตร เซลล์ (μm <sup>3</sup> )
	ช่องเปิดปากลอรिका (μm)			ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย				
Family Codonellopsidae							
<i>Codonellopsis lusitanica</i>	25.9	27.8	26.8±0.80	86.8	95.1	90.8±3.57	2.05 × 10 <sup>5</sup>
<i>Stenosomella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-
Family Metacyclidae							
<i>Helicostomella</i> sp.	18.4	21.0	19.7±1.84	53.5	58.3	55.9±3.39	6.82 × 10 <sup>5</sup>
Family Favelliadae							
<i>Favella ehrenbergii</i>	77.7	119	108±19.9	187	381	315±87.6	1.14 × 10 <sup>7</sup>
<i>Favella panamensis</i>	75.7	82.1	77.9±2.95	146	185	173±17.9	3.30 × 10 <sup>6</sup>
Family Undellidae							
<i>Undella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-
Family Rhabdonellidae							
<i>Rhapdonella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-
Family Tintinnidae							
<i>Amphorellopsis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eutintinnus</i> sp.	42.4	49	45.8±2.69	156	186	175±12.9	1.15 × 10 <sup>6</sup>

### ความหนาแน่นของทินทินนิต

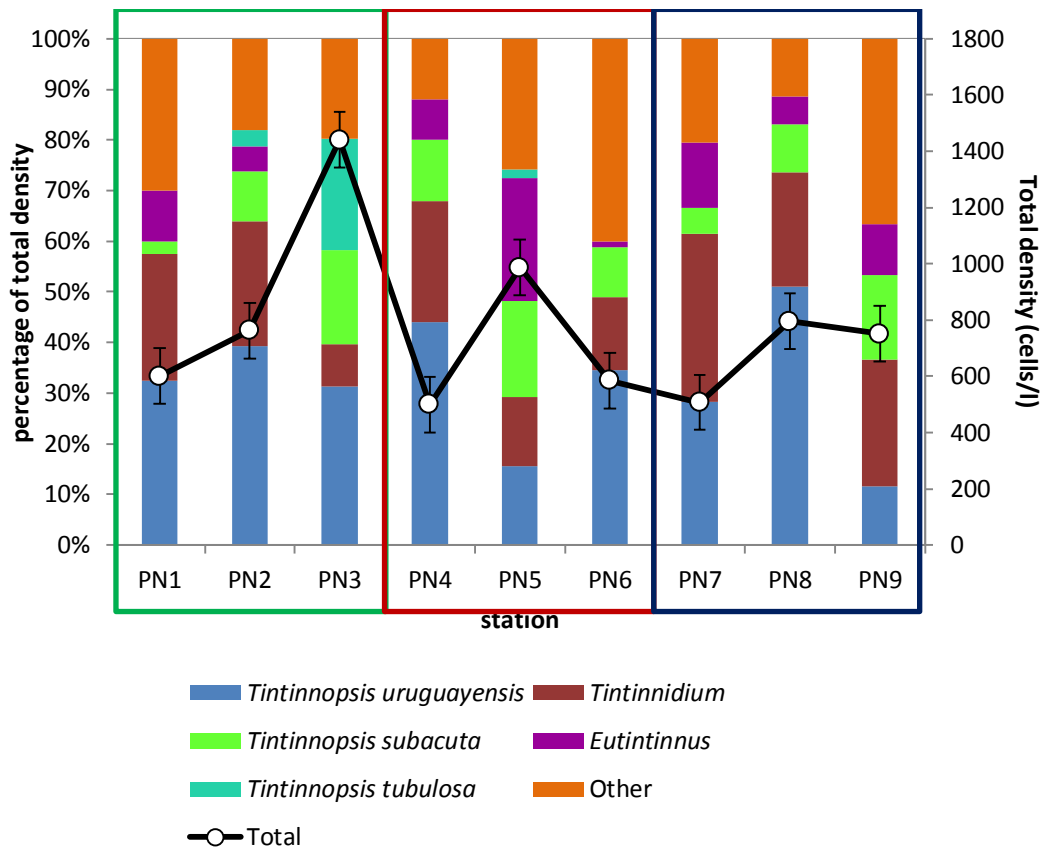
ความหนาแน่นของทินทินนิตตลอดการเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้ง อยู่ระหว่างน้อยกว่า 1.00 เซลล์/ลิตร ถึง  $1.84 \times 10^3$  เซลล์/ลิตร โดยฤดูที่พบทินทินนิตมากที่สุดคือปลายมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีความหนาแน่นเฉลี่ย  $1.14 \times 10^3$  เซลล์/ลิตร และฤดูที่พบน้อยที่สุดได้แก่ช่วงระหว่างมรสุม โดยมีความหนาแน่นเฉลี่ย 4.90 เซลล์/ลิตร *Tintinnidium* sp. เป็นทินทินนิตชนิดเด่นที่สามารถพบได้ในทุกครั้งที่ของการเก็บตัวอย่าง ซึ่งทินทินนิตชนิดนี้จะพบหนาแน่นที่สุดในช่วงปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนกุมภาพันธ์) โดยมีความหนาแน่นสูงถึง  $1.03 \times 10^3$  เซลล์/ลิตร ในบริเวณติดชายฝั่งทางทิศตะวันออกของปากคลอง ห่างจากแนวชายฝั่ง 300 เมตร (สถานี PN3) จำนวนทินทินนิตเฉลี่ยในแต่ละสถานีจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อออกห่างจากปากคลอง ยกเว้นในช่วงปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ (เดือนตุลาคม) ที่ความหนาแน่นของทินทินนิตมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไม่มากนักในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

### ช่วงต้นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน 2555)

ทินทินนิตที่พบมีความหนาแน่นเฉลี่ย  $8.36 \times 10^2$  เซลล์/ลิตร โดยมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง  $6.00 \times 10^2$  ถึง  $1.44 \times 10^3$  เซลล์/ลิตร โดยบริเวณแนวริมห่างจากปากคลอง 300 เมตร ติดชายฝั่งทางทิศตะวันออกของปากคลอง (PN 3) มีความหนาแน่นสูงที่สุด และบริเวณที่ทินทินนิตมีความหนาแน่นต่ำที่สุดคือบริเวณแนวริมห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร ไปทางตะวันตกใกล้ป่าชายเลน ในแนวห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN 1) จากรูปที่ 22 กลุ่มเด่นที่พบได้แก่ *Tintinnopsis uruguayensis*, *Tintinnidium* sp., *Tintinnopsis subacuta*, *Eutintinnus* sp. และ *Tintinnopsis tubulosa* ซึ่งกลุ่มที่มีความชุกชุมสูงสุดคือ *Tintinnopsis uruguayensis* ที่มีสัดส่วนของความหนาแน่นมากกว่า 50% ในบริเวณแนวกลางห่างจากชายฝั่ง 700 เมตร (PN 8) และมีความหนาแน่น  $4.05 \times 10^2$  เซลล์/ลิตร

เมื่อพิจารณาจากแนวเก็บตัวอย่าง ในแนวห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร หรือแนวใกล้ฝั่ง (กรอบสีเขียว สถานี PN 1 – 3) แนวโน้มของความหนาแน่นรวมของทินทินนิตสูงขึ้นเมื่อสถานีเข้าใกล้ฝั่งที่มีแนวไม้ไผ่ (PN 3) ทินทินนิตชนิด *Tintinnopsis uruguayensis* มีสัดส่วนความหนาแน่นสูงกว่า 30% ตลอดทั้งแนว แนวห่างจากชายฝั่ง 500 เมตร หรือแนวกลาง (กรอบสีแดง สถานี PN 4 – 6) ความหนาแน่นของทินทินนิตมีค่าสูงที่สุดที่สถานีนี้ทั้งกลางแนวเดียวกับแนวคลอง (PN 2) ซึ่งเป็นสถานีที่มีสัดส่วนของ *Tintinnopsis uruguayensis* ต่ำที่สุดในแนวเก็บตัวอย่างนี้ แต่มีสัดส่วน

ของ *Eutintinnus* sp. สูงที่สุดเมื่อเทียบกับจุดอื่นๆ บริเวณแนวเก็บตัวอย่างห่างจากชายฝั่ง 700 เมตร หรือแนวนอกชายฝั่ง (กรอบสีน้ำเงิน PN 7 – 9) แนวโน้มของความหนาแน่นของทีนทินนิตคล้ายคลึงกับแนวกลาง กล่าวคือ จุดที่มีความหนาแน่นสูงที่สุดอยู่ที่จุดกึ่งกลางแนวเดียวกับปากคลอง (PN 8) จุดนี้ยังเป็นจุดที่มีสัดส่วนของ *Tintinnopsis uruguayensis* สูงที่สุดอีกด้วย อย่างไรก็ตาม จากการทดสอบทางสถิติโดยวิธี one-way ANOVA พบว่าความหนาแน่นของทีนทินนิตในแต่ละแนวการเก็บตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



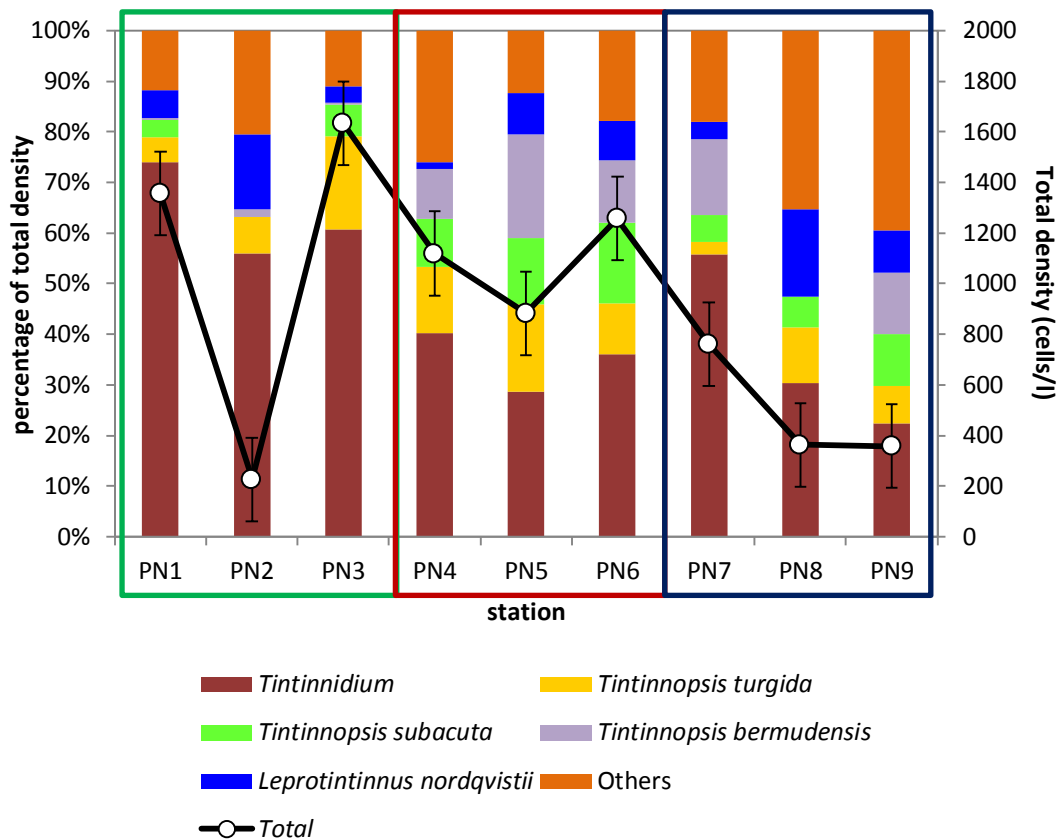
รูปที่ 22 องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของทีนทินนิตช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

### ช่วงปลายมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนกุมภาพันธ์ 2556)

ทินทินนิตที่พบมีความหนาแน่นเฉลี่ย  $8.83 \times 10^2$  เซลล์/ลิตร โดยมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง  $3.63 \times 10^2$  ถึง  $1.63 \times 10^3$  เซลล์/ลิตร บริเวณแนวริมห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร ทางทิศตะวันออกเฉียง (PN 3) เป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นสูงที่สุดเช่นเดียวกับในเดือนพฤศจิกายน แต่บริเวณที่ทินทินนิตมีความหนาแน่นต่ำที่สุดคือบริเวณแนวกลางห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร ใกล้ป่าชายเลน (PN 2) จากรูปที่ 23 กลุ่มเด่นที่พบได้แก่ *Tintinnidium* sp., *Tintinnopsis turgida*, *Tintinnopsis subacuta*, *Tintinnopsis burmudensis* และ *Leprotintinnus nordqvistii* ซึ่งกลุ่มที่มีความชุกชุมสูงสุด คือ *Tintinnidium* sp. โดยมีสัดส่วนความหนาแน่นถึงร้อยละ 70 ในบริเวณแนวบริเวณแนวริมห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร ใกล้ป่าชายเลน (PN 1) แต่มีความหนาแน่นสูงที่สุดแนวริมห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN 3) โดยมีความหนาแน่นถึง  $1.03 \times 10^3$  เซลล์/ลิตร

ความหนาแน่นรวมของทินทินนิตในแนวใกล้ฝั่ง (สถานี PN 1 – 3) มีค่าต่ำที่สุดที่สถานีกึ่งกลางแนวเดียวกับแนวคลอง (PN 2) ในขณะที่สองจุดที่ขนานข้างกันนั้นเป็นจุดที่มีความหนาแน่นรวมสูงเป็นอันดับที่หนึ่งและที่สองในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ นอกจากนี้ แนวใกล้ฝั่งทั้งสามสถานียังเป็นแนวที่มีสัดส่วนของ *Tintinnidium* sp. สูงกว่าแนวเก็บตัวอย่างอื่นทั้งหมด แนวห่างจากชายฝั่ง 500 เมตร หรือแนวกลาง (สถานี PN 4 – 6) ความหนาแน่นรวมของทินทินนิตมีค่าลดลงมา แต่มีแนวโน้มคล้ายกับแนวใกล้ฝั่งคือจุดที่มีความหนาแน่นต่ำที่สุดคือจุดกึ่งกลางแนวเดียวกับแนวคลอง สัดส่วนของ *Tintinnidium* sp. ลดลงจากแนวใกล้ฝั่ง โดยเหลือเพียงประมาณ 40% ในขณะที่แนวใกล้ฝั่งมีสัดส่วนของ *Tintinnidium* sp. สูงกว่าร้อยละ 50 บริเวณแนวนอกชายฝั่ง (PN 7 – 9) แนวโน้มของความหนาแน่นทินทินนิตมีค่าลดลงจากทั้งสองแนวแรก สัดส่วนของ *Tintinnidium* sp. สูงขึ้นบริเวณฝั่งซ้ายหรือฝั่งตะวันออกของปากคลองซึ่งเป็นป่าชายเลน (PN 7) ก่อนจะลดลงในสองจุดถัดมา แนวโน้มของสัดส่วน *Tintinnidium* sp. ในฤดูกาลนี้เป็นไปตามแนวโน้มของมวลชีวภาพแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป เช่นเดียวกับฤดูกาลที่แล้ว ความหนาแน่นของทินทินนิตในแต่ละแนวการเก็บตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



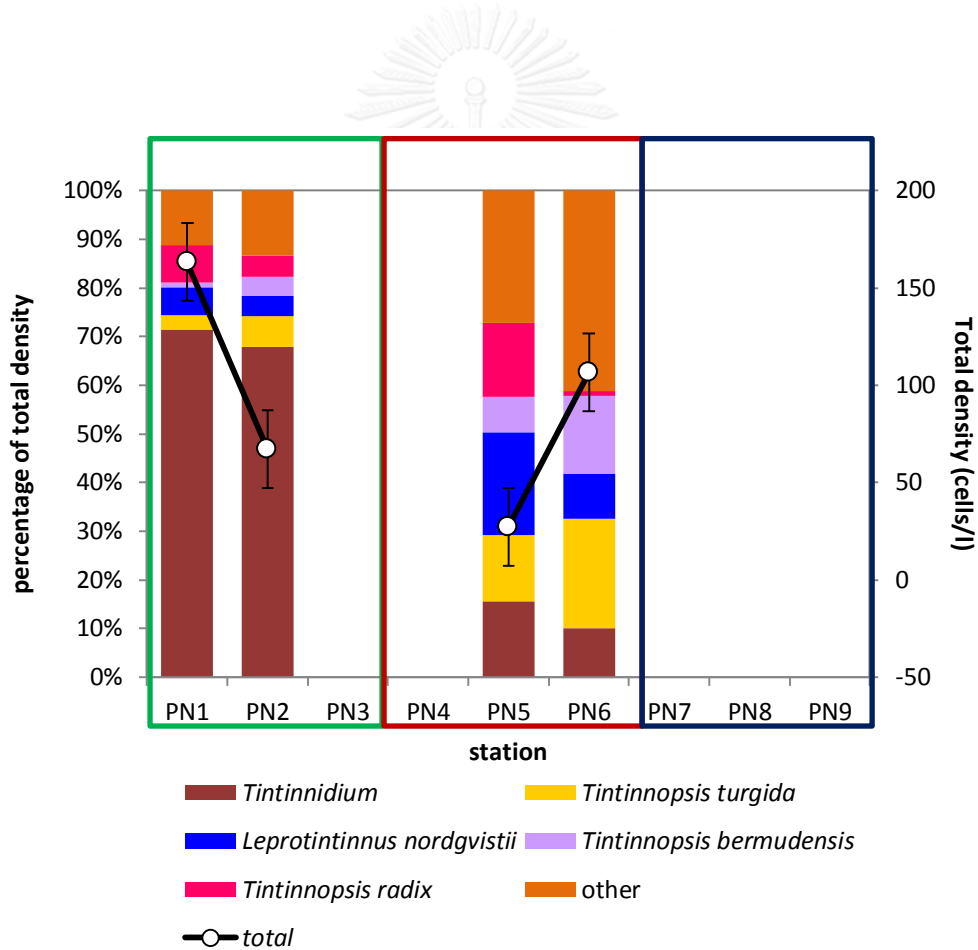


รูปที่ 23 องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของทินทินิดช่วงปลายฤดูมรสุม  
ตะวันออกเฉียงเหนือ

#### ช่วงระหว่างมรสุม (เดือนเมษายน 2556)

ความหนาแน่นของทินทินิดมีค่าต่ำที่สุด โดยมีความหนาแน่นเฉลี่ยเพียง  $4.90 \times 10$  เซลล์/ลิตร ความหนาแน่นของทินทินิดผันแปรอยู่ในช่วง  $3.50 \times 10$  ถึง  $1.82 \times 10^2$  เซลล์ต่อลิตร ทินทินิดมีความหนาแน่นสูงที่สุดที่บริเวณแนวริมห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร ใกล้ป่าชายเลน (PN 1) และต่ำที่สุดที่แนวกลางห่างจากปากคลอง 500 เมตร (PN 5) จากรูปที่ 4 กลุ่มเด่นที่พบได้แก่ *Tintinnidium* sp., *Tintinnopsis turgida*, *Leprotintinnus nordqvistii*, *Tintinnopsis bermudensis* และ *Tintinnopsis radix* กลุ่มที่มีองค์ประกอบชนิดมากที่สุดคือ *Tintinnidium* sp. มีสัดส่วนความหนาแน่นถึง 70% บริเวณแนวริมห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร ใกล้ป่าชายเลน (PN1) และมีความหนาแน่นมากที่สุด คือ  $1.17 \times 10^2$  เซลล์/ลิตร

เนื่องจากสภาพคลื่นลมรุนแรงทำให้ในฤดูกาลนี้สามารถเก็บตัวอย่างได้เพียง 2 แนว คือ แนวใกล้ฝั่งสองจุด (สถานี PN 1 และ 2) และแนวกลางสองจุด (สถานี PN 5 และ 6) ความหนาแน่นรวมของทินทินนิตมีแนวโน้มคล้ายกับฤดูกาลที่แล้ว กล่าวคือมีค่าต่ำที่สุดที่สถานีกึ่งกลางแนวเดียวกับแนวคลอง (PN 2) และเช่นเดียวกับปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แนวใกล้ฝั่งเป็นแนวที่ทินทินนิต *Tintinnidium* sp. มีสัดส่วนสูงกว่าแนวเก็บตัวอย่างอื่นทั้งหมด สำหรับแนวกลาง ความหนาแน่นรวมของทินทินนิตมีค่าลดลง จุดที่มีความหนาแน่นต่ำที่สุดในแนวนี้สุดคือจุดกึ่งกลางแนวเดียวกับแนวคลองเช่นกัน สัดส่วนของ *Tintinnidium* sp. ลดลงอย่างมาก โดยเหลือเพียงร้อยละ 10 – 20 เท่านั้น แนวโน้มของสัดส่วน *Tintinnidium* sp. ในแนวใกล้ฝั่ง เป็นไปตามมวลชีวภาพในรูปคลอโรฟิลล์ เอ ของฤดูกาลนี้เช่นกัน

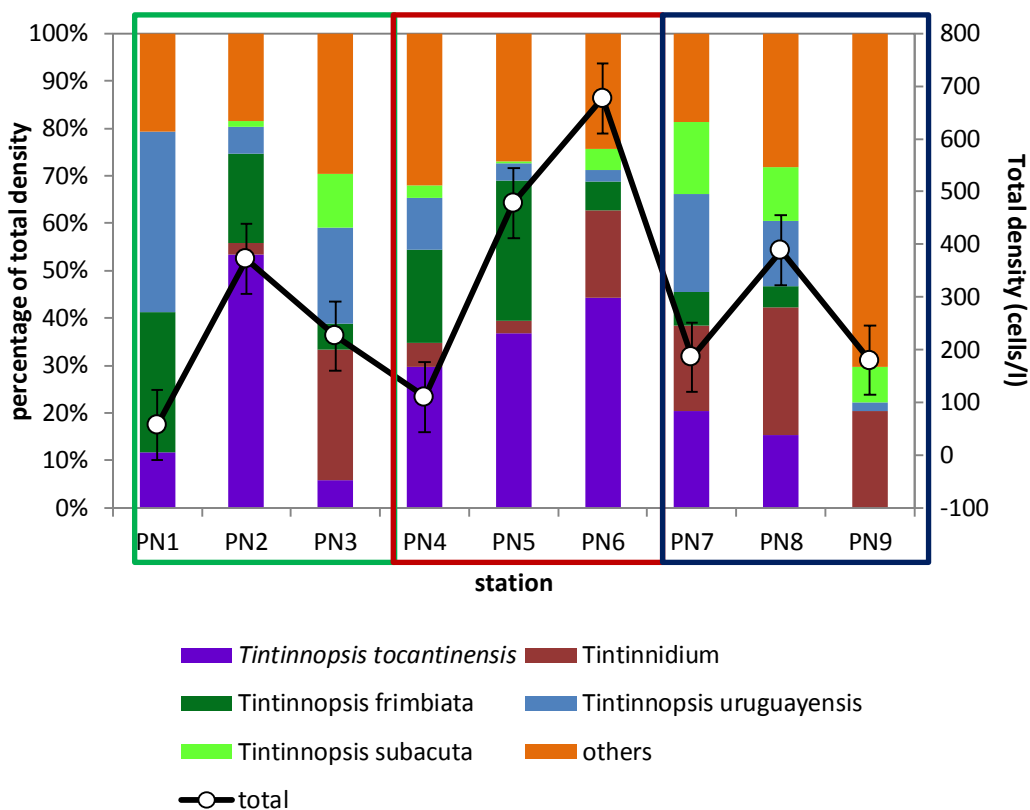


รูปที่ 24 องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของทินทินนิตช่วงระหว่างฤดูมรสุม

### ช่วงปลายมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนตุลาคม 2556)

ทินทินนิตที่พบมีความหนาแน่นเฉลี่ย  $2.97 \times 10^2$  เซลล์ต่อลิตร โดยมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง  $5.70 \times 10$  ถึง  $6.77 \times 10^2$  เซลล์ต่อลิตร บริเวณแนวริมห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร ใกล้ป่าชายเลน (PN 1) เป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นสูงสุด บริเวณที่ทินทินนิตมีความหนาแน่นต่ำที่สุดคือบริเวณแนวริมห่างจากชายฝั่ง 500 เมตร (PN 6) จากรูปที่ 25 กลุ่มเด่นที่พบได้แก่ *Tintinnopsis tocaninensis*, *Tintinnidium* sp., *Tintinnopsis frimbriata*, *Tintinnopsis uruguayensis* และ *Tintinnopsis subacuta* ซึ่งกลุ่มที่มีความชุกชุมสูงที่สุดคือ *Tintinnopsis tocaninensis* ที่มีสัดส่วนความหนาแน่นถึงร้อยละ 50 ในบริเวณแนวกลางห่างจากปากคลอง 300 เมตร (PN 2) แต่มีความหนาแน่นสูงที่สุดแนวริมห่างจากปากคลอง 500 เมตร (PN 6) โดยมีความหนาแน่น  $3.00 \times 10^2$  เซลล์ต่อลิตร

ความหนาแน่นรวมของทินทินนิตในแนวใกล้ฝั่ง (สถานี PN 1 – 3) มีค่าต่ำที่สุดที่ฝั่งซ้ายของแนวคลอง ฝั่งเดียวกับป่าชายเลน (PN 1) บริเวณแนวกลางซึ่งเป็นแนวเดียวกับแนวคลองเป็นจุดที่มีความหนาแน่นของทินทินนิตสูงที่สุดในสามสถานีนี้ และมีสัดส่วนของ *Tintinnopsis tocaninensis* สูงที่สุด และสูงกว่าแนวเก็บตัวอย่างอื่นทั้งหมด แนวห่างจากชายฝั่ง 500 เมตร หรือแนวกลาง (สถานี PN 4 – 6) ความหนาแน่นรวมของทินทินนิตมีค่าเพิ่มสูงขึ้น และเพิ่มจนสูงที่สุดที่บริเวณฝั่งขวาของแนวคลอง แนวเดียวกับบริเวณแนวไม้ไผ่กันคลื่น (PN 6) สัดส่วนของ *Tintinnopsis tocaninensis* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามแนวโน้มของความหนาแน่นรวมแต่ละจุด บริเวณแนวนอกชายฝั่ง (PN 7 – 9) ความหนาแน่นรวมของทินทินนิตมีค่าลดลงจากทั้งสองแนวแรก สัดส่วนของ *Tintinnopsis tocaninensis* มีแนวโน้มลดลงจากทั้งสองแนวที่ผ่านมามาก ความหนาแน่นของทินทินนิตในแต่ละแนวการเก็บตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับครั้งที่ผ่านมา



รูปที่ 25 องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของทินทินนิตช่วงปลายมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

### ดัชนีความหลากหลายและการกระจายของทินทินนิต

ค่าความหลากหลายของทินทินนิตโดยดัชนี Shannon-Wiener ( $H'$ ) อยู่ระหว่าง 0.53 – 1.03 ช่วงเวลาที่พบทินทินนิตในความหลากหลายสูงที่สุดคือต้นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะบริเวณฝั่งขวาของปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 500 เมตร แต่ช่วงหลังมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณฝั่งซ้ายของปากคลอง ห่างจากแนวชายฝั่ง 300 เมตร เป็นช่วงเวลาที่ความหลากหลายของทินทินนิตต่ำสุด ดัชนีการกระจายของทินทินนิต (Pielou's evenness index,  $J'$ ) อยู่ในช่วง 0.53 – 0.90 แนวกลางแนวเดียวกับปากคลองที่ระยะห่างจากชายฝั่ง 500 เมตร ช่วงระหว่างมรสุม เป็นจุดที่มีดัชนีการกระจายสูงสุด จุดที่มีการกระจายต่ำสุดคือจุดห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร ฝั่งขวาของแนวคลองแนวเดียวกับแนวไม้ไผ่ในฤดูกาลเดียวกัน

เมื่อแบ่งตามแนวเก็บตัวอย่าง (ตารางที่ 7) พบว่าแนวใกล้ฝั่ง หรือแนวห่างจากฝั่ง 300 เมตร มีการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความหลากหลายของแต่ละฤดูกาลอยู่ที่ 0.43 – 0.85 และมีการเปลี่ยนแปลงดัชนีการกระจายอยู่ที่ 0.57 – 0.82 ช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นช่วงเวลาที่มียุทธินนิตความหลากหลายและดัชนีการกระจายสูงที่สุด และช่วงระหว่างฤดูมรสุมเป็นช่วงที่มียุทธินนิต

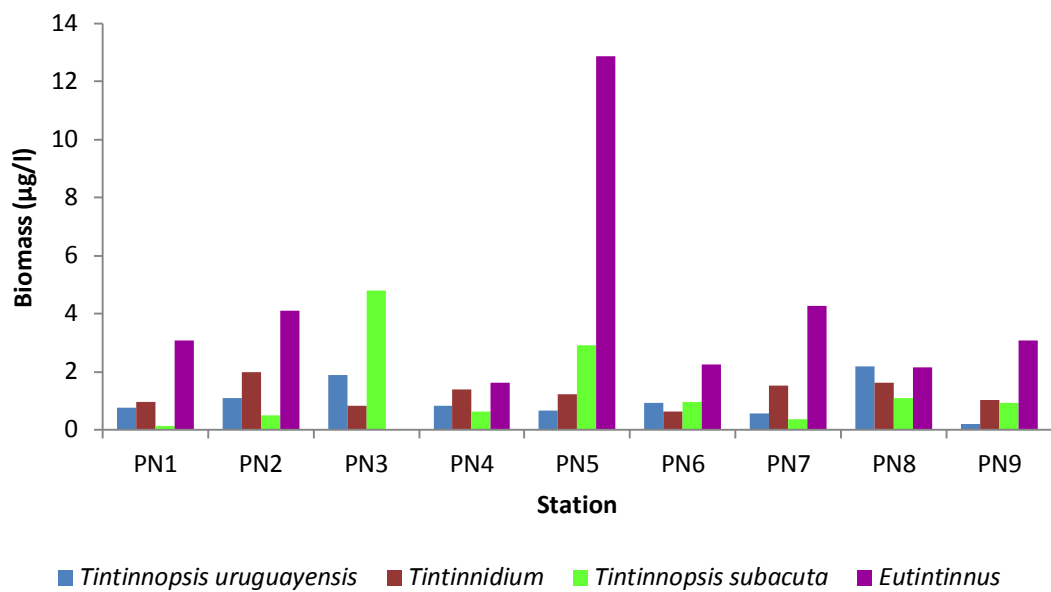
ความหลากหลายและดัชนีการกระจายต่ำที่สุด ส่วนแนวกลางหรือแนวห่างจากชายฝั่ง 500 เมตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 0.64 – 0.89 และมีดัชนีการกระจายอยู่ในช่วง 0.71 – 0.87 ค่าดัชนีทั้งสองมีค่าสูงสุดในฤดูเดียวกันคือปลายมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และจุดที่มีดัชนีความหลากหลายและดัชนีการกระจายต่ำสุดยังคงเป็นระหว่างฤดูมรสุมเช่นเดียวกัน แนวนอกชายฝั่งหรือแนวห่างจากฝั่ง 700 เมตร เป็นแนวเก็บตัวอย่างที่มีดัชนีความหลากหลายและดัชนีการกระจายสูงที่สุด โดยอยู่ในช่วง 0.78 – 0.91 และ 0.82 – 0.83 ตามลำดับ ฤดูที่มีดัชนีความหลากหลายสูงที่สุดคือปลายฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ตารางที่ 8 ดัชนีความหลากหลาย (H') และการกระจาย (J') ของหินหินนิคบริวณปากคลองประมง อ. เมือง จ. สมุทรสาคร

ฤดู		บริเวณ		
		ใกล้ฝั่ง	แนวกลาง	แนวอกชายฝั่ง
ต้นฤดูมรสุม	H'	0.85±0.12	0.87±0.15	0.78±0.14
ตะวันออกเฉียงเหนือ	J'	0.82±0.04	0.86±0.02	0.82±0.07
ปลายฤดูมรสุม	H'	0.62±0.09	0.89±0.03	0.89±0.11
ตะวันออกเฉียงเหนือ	J'	0.64±0.12	0.80±0.01	0.83±0.10
ระหว่างฤดูมรสุม	H'	0.43±0.37	0.64±0.56	-
	J'	0.57±0.06	0.87±0.05	-
ปลายฤดูมรสุมตะวันตก	H'	0.72±0.17	0.80±0.08	0.91±0.02
เฉียงใต้	J'	0.76±0.14	0.71±0.13	0.83±0.05

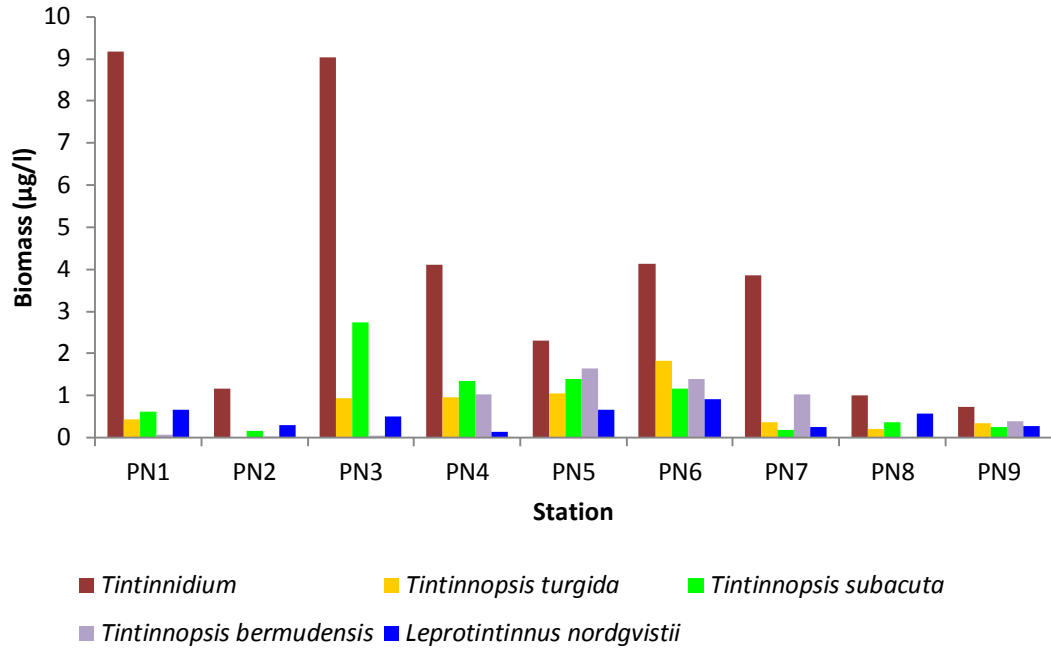
### มวลชีวภาพของทินทินนิต

ช่วงต้นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน 2555)

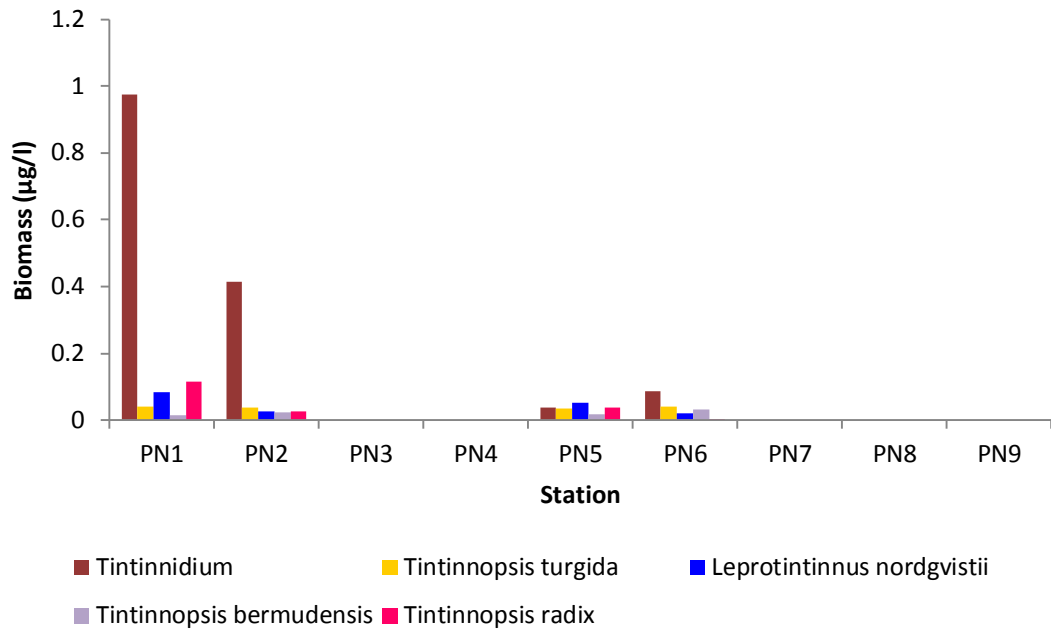


รูปที่ 26 มวลชีวภาพของทินทินนิตช่วงต้นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ช่วงปลายมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนกุมภาพันธ์ 2556)

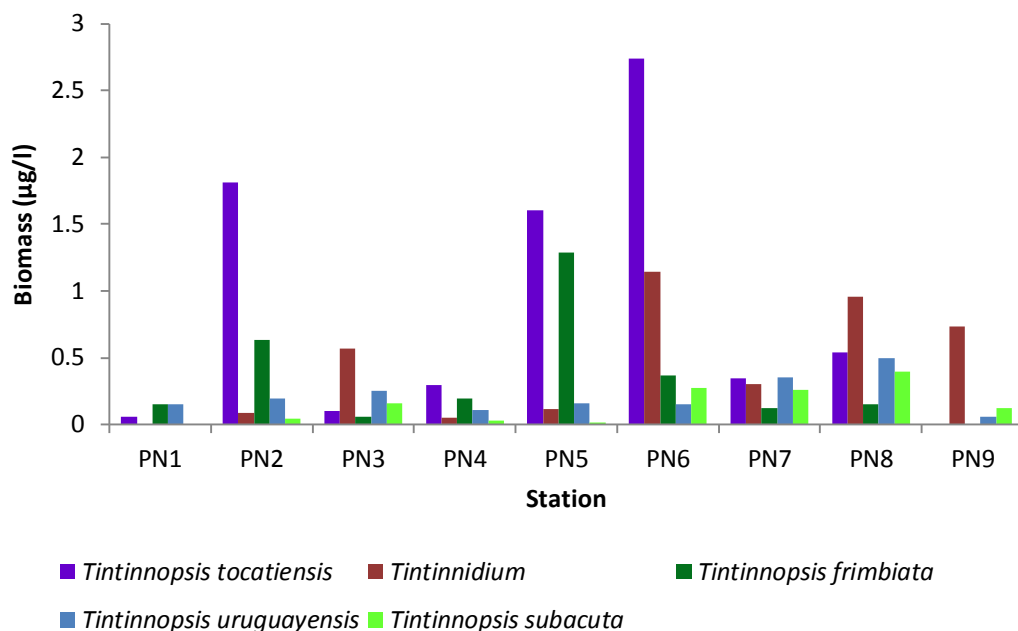


รูปที่ 27 มวลชีวภาพของทินทินนิตช่วงปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ  
ช่วงระหว่างมรสุม (เดือนเมษายน 2556)



รูปที่ 28 มวลชีวภาพของทินทินนิตช่วงฤดูระหว่างมรสุม

### ช่วงปลายมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนตุลาคม 2556)



รูปที่ 29 มวลชีวภาพของทีนทีนชนิดเด่นช่วงปลายมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

### ปัจจัยทางกายภาพของบริเวณที่ศึกษา

การศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณที่ศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลาย และ pH พบว่าตลอดการเก็บตัวอย่าง อุณหภูมิในภาพรวมมีแนวโน้มไม่ต่างกัน โดยค่าเฉลี่ยในแต่ละครั้งจะอยู่ในช่วง 29.14 ถึง 31.46 องศาเซลเซียส โดยฤดูที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดคือต้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเค็มมีค่าอยู่ในช่วง 23.51 ถึง 30.39 โดยฤดูที่มีความเค็มเฉลี่ยสูงที่สุดคือปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ปริมาณออกซิเจนละลายเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.58 ถึง 4.52 มิลลิกรัม/ลิตร ฤดูที่มีค่าออกซิเจนละลายสูงที่สุดคือช่วงระหว่างมรสุม แต่บริเวณแนวกลางห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร ในช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นบริเวณที่มีค่าออกซิเจนละลายสูงที่สุด คือสูงถึง 6.38 มิลลิกรัม/ลิตร ค่า pH เฉลี่ยตลอดการเก็บตัวอย่างอยู่ในช่วง 6.47 ถึง 7.62 โดยช่วงระหว่างมรสุมเป็นช่วงที่มี pH เฉลี่ยต่ำที่สุด

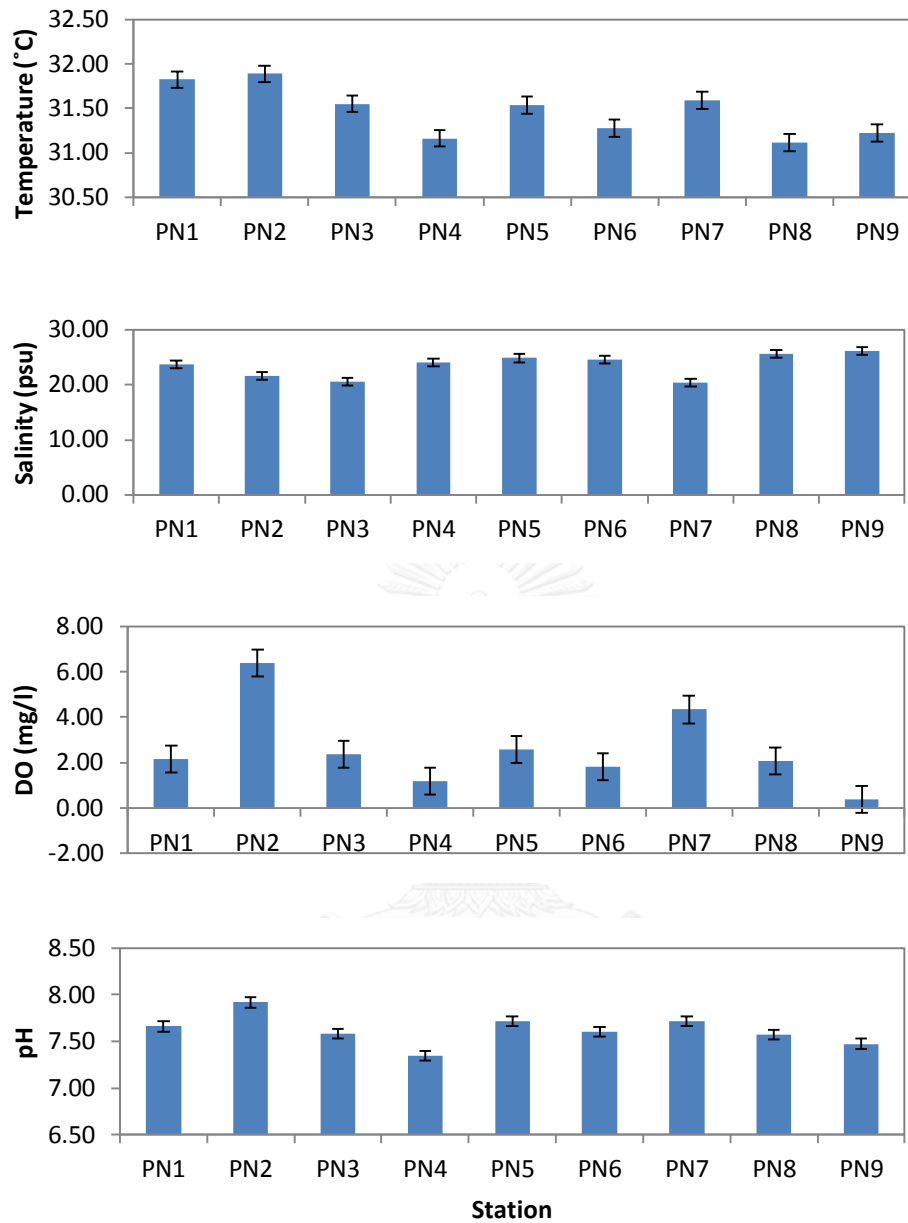


**ปัจจัยทางกายภาพของบริเวณที่ศึกษาในช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ  
(พฤศจิกายน 2555)**

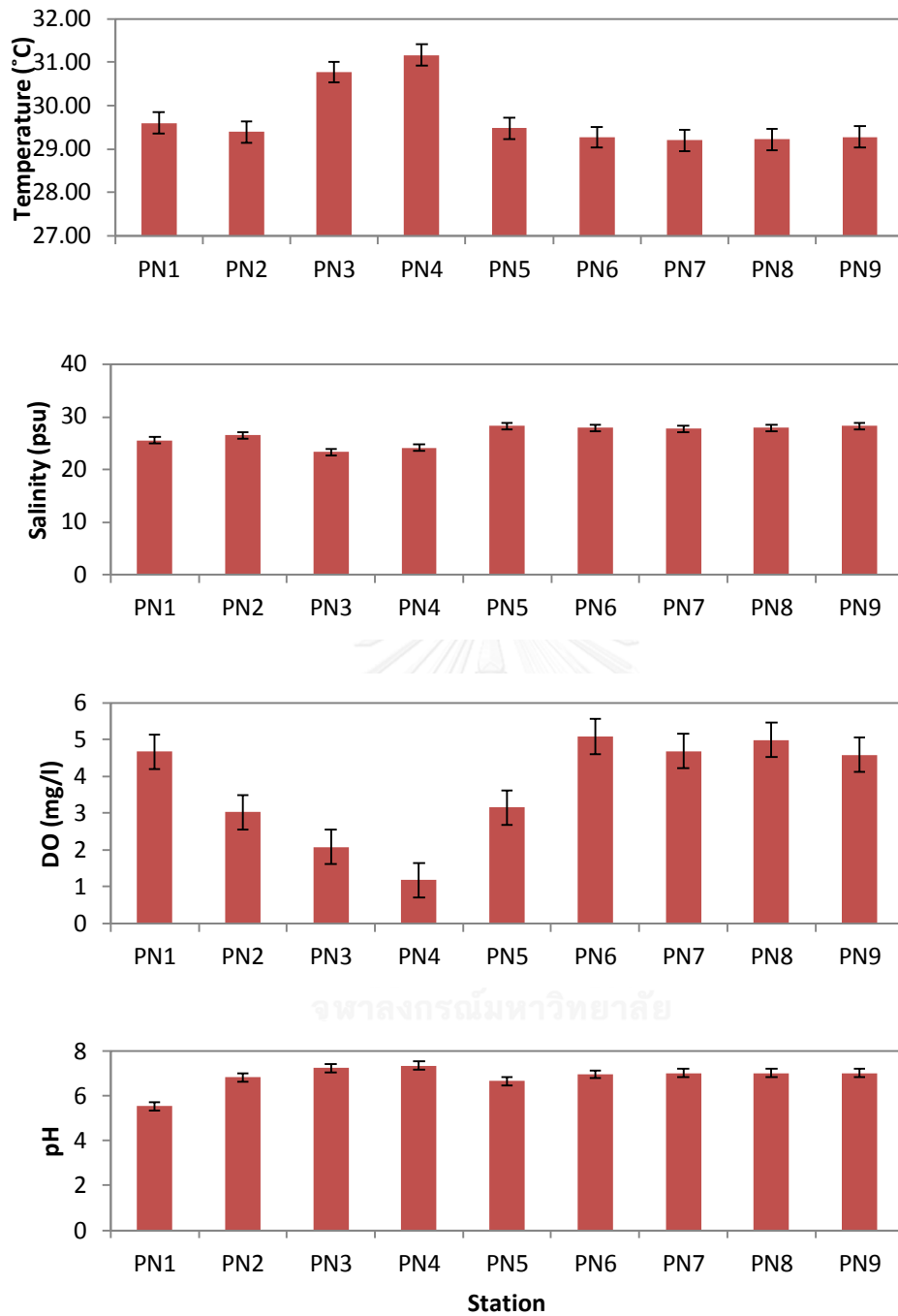
จากรูปที่ 30 ความแตกต่างของอุณหภูมิในฤดูกาลนี้ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยอยู่ในช่วง 31.11 – 31.89 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการเก็บตัวอย่าง 31.23 องศาเซลเซียส อุณหภูมิมีแนวโน้มลดต่ำลงเล็กน้อยเมื่อห่างจากฝั่ง ความเค็มของน้ำบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่าง อยู่ในช่วง 20.35 – 26.18 psu ความเค็มเฉลี่ยตลอดการเก็บตัวอย่างอยู่ที่ 23.51 psu ความเค็มมีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอในแนวห่างฝั่ง 500 เมตร จุดที่ความเค็มต่ำที่สุดคือแนวห่างจากฝั่ง 700 เมตร ฝั่งซ้ายของแนวคลอง (PN 7) และจุดที่มีความเค็มสูงที่สุดคือฝั่งขวาของแนวคลอง ห่างจากฝั่ง 700 เมตร ค่าออกซิเจนละลายในฤดูกาลนี้มีค่าค่อนข้างต่ำ โดยอยู่ในช่วง 0.37 – 2.59 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 1.79 มิลลิกรัมต่อลิตร จุดที่มีค่าออกซิเจนละลายต่ำกว่าปกติคือแนวห่างจากฝั่ง 700 เมตร ฝั่งขวาของแนวคลอง (PN 9) ค่า pH อยู่ในช่วง 7.35 – 7.92 มีค่าเฉลี่ยตลอดฤดูกาล 7.62 pH มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อห่างจากฝั่ง อย่างไรก็ตาม จากการทดสอบทางสถิติพบว่า ปัจจัยทางกายภาพในแต่ละแนวเก็บตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในฤดูกาลนี้

**ปัจจัยทางกายภาพของบริเวณที่ศึกษาในช่วงปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ  
(กุมภาพันธ์ 2556)**

อุณหภูมิของน้ำในฤดูกาลนี้อยู่ในช่วง 29.20 – 31.16 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการเก็บตัวอย่างต่ำกว่าฤดูกาลที่แล้ว โดยอยู่ที่ 29.71 องศาเซลเซียส อุณหภูมิมีแนวโน้มสม่ำเสมอบริเวณฝั่งซ้ายของปากคลอง ห่างฝั่ง 500 เมตร (PN 5) ที่สูงกว่าบริเวณอื่นๆ เล็กน้อย ความเค็มของน้ำอยู่ในช่วง 23.35 – 28.24 psu ความเค็มเฉลี่ยตลอดการเก็บตัวอย่างอยู่ที่ 26.61 psu แนวโน้มของความเค็มค่อนข้างสม่ำเสมอในแต่ละบริเวณที่เก็บตัวอย่าง ปริมาณออกซิเจนละลายในฤดูกาลนี้แปรผันอยู่ในช่วง 1.18 – 5.09 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 3.72 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายลดต่ำลงในแนวใกล้ฝั่ง ก่อนจะสูงขึ้นและมีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอที่แนวห่างฝั่ง ค่า pH อยู่ในช่วง 5.53 – 7.35 มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าฤดูกาลที่แล้ว โดยมีค่าเฉลี่ยตลอดฤดูกาล 6.84 pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อห่างจากฝั่ง เช่นเดียวกับฤดูกาลที่แล้ว ปัจจัยทางกายภาพทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละแนวเก็บตัวอย่าง (รูปที่ 31)



รูปที่ 30 คุณภาพน้ำ ความเค็ม ค่าออกซิเจนละลาย และ pH ของน้ำบริเวณปากคลองประมง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



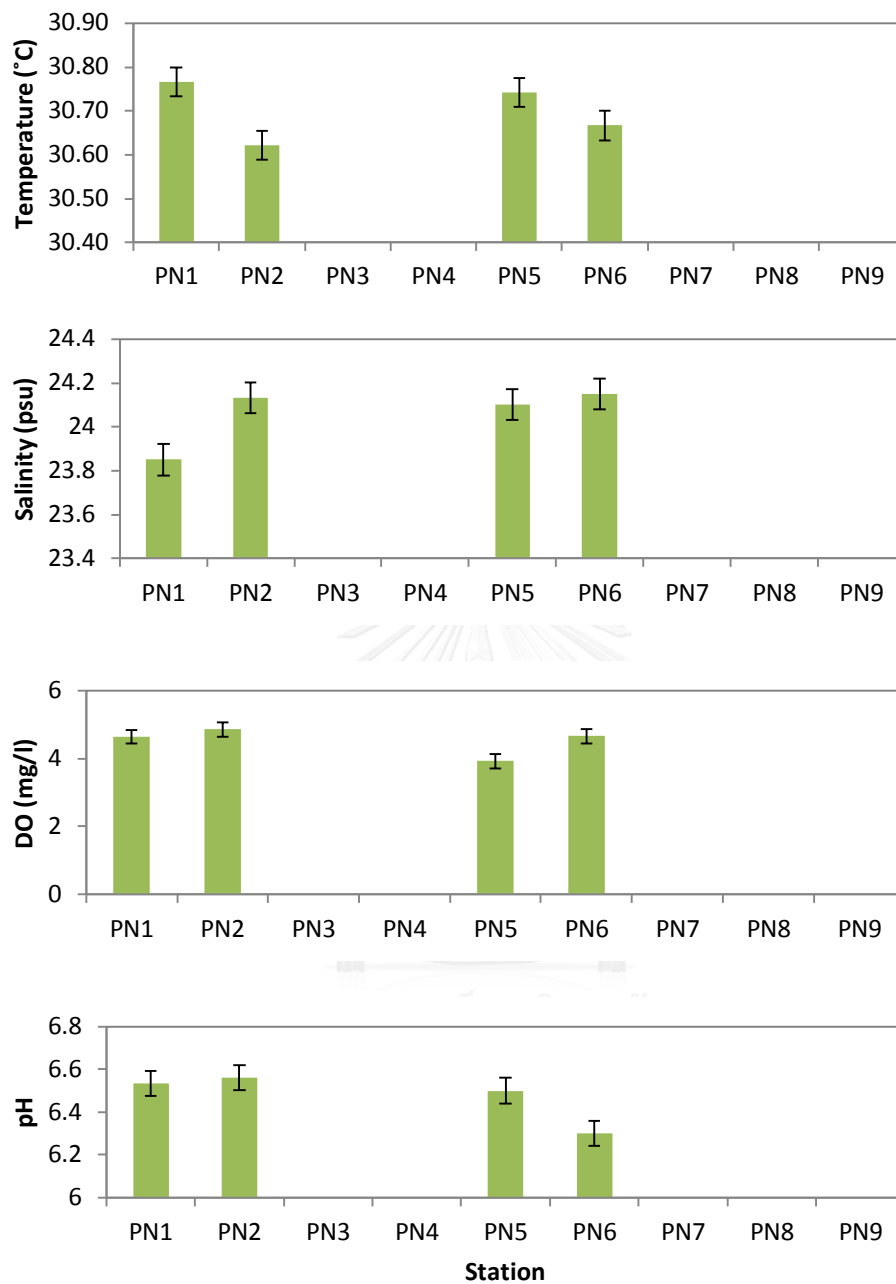
รูปที่ 31 อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าออกซิเจนละลาย และ pH ของน้ำบริเวณปากคลองประมง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ช่วงปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

### ปัจจัยทางกายภาพของบริเวณที่ศึกษาในช่วงระหว่างฤดูมรสุม (เมษายน 2556)

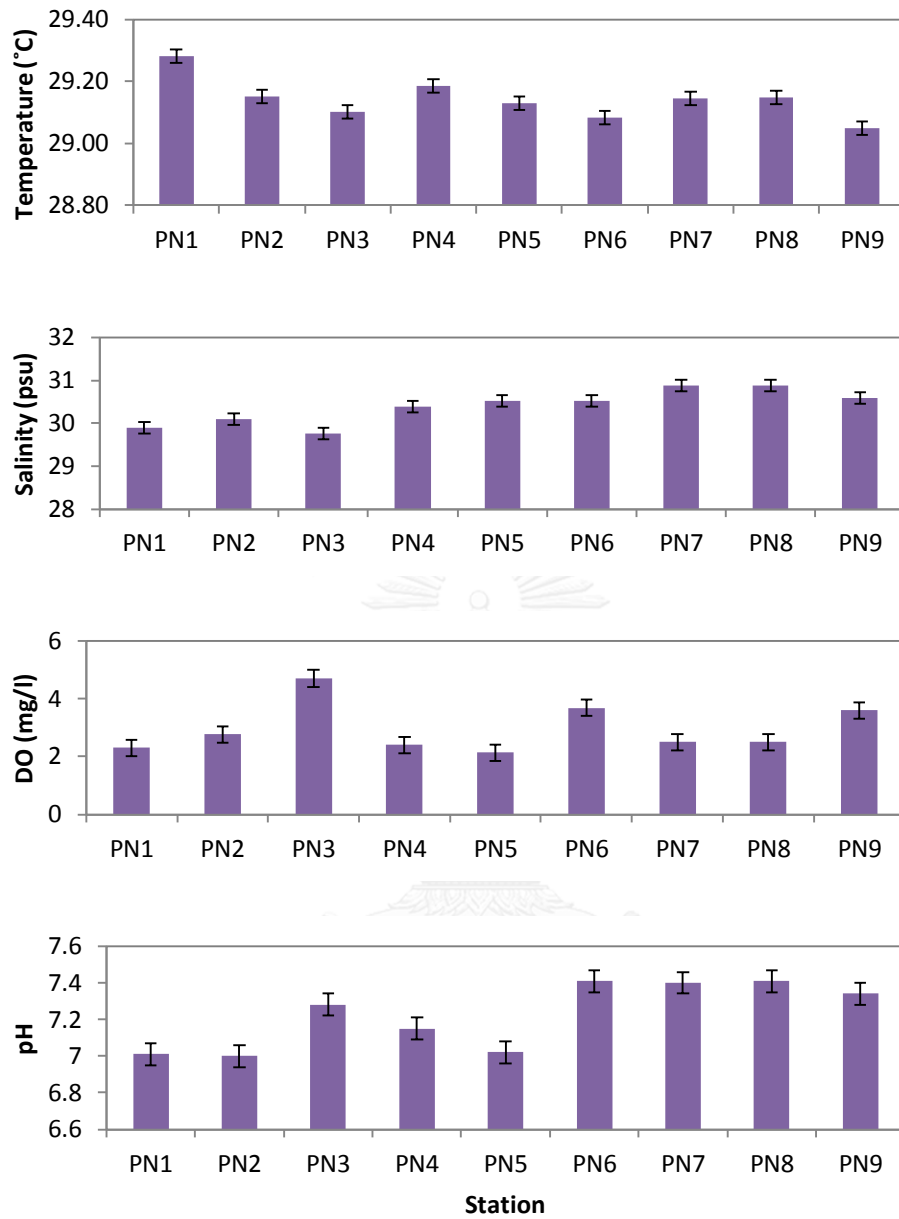
จากรูปที่ 32 คุณหมุน้ำบริเวณที่เก็บตัวอย่างสูงกว่าฤดูกาลที่แล้วเล็กน้อย โดยอยู่ในช่วง 30.62 – 30.77 องศาเซลเซียส คุณหมุเจลี่ยอยู่ที่ 30.69 องศาเซลเซียส คุณหมุบริเวณแนวกลางติดกับแนวคลอง ห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร มีค่าต่ำกว่าบริเวณอื่นเล็กน้อย ความเค็มของน้ำบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างอยู่ในช่วง 23.85 – 24.15 psu ความเค็มเจลี่ยต่ำกว่าฤดูกาลที่แล้ว คือ 24.06 psu ความเค็มในแนวใกล้ฝั่งค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับแนวอื่น เนื่องจากคลื่นลมรุนแรง ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงกว่าฤดูอื่น โดยอยู่ในช่วง 3.92 – 4.86 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 4.51 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายมีแนวโน้มค่อนข้างสม่ำเสมอในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ค่า pH ฤดูกาลนี้ลดลงอย่างมาก โดยอยู่ในช่วง 6.30 – 6.56 มีค่าเฉลี่ยตลอดฤดูกาล 6.47 pH มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อห่างจากฝั่ง

### ปัจจัยทางกายภาพของบริเวณที่ศึกษาในช่วงปลายฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ตุลาคม 2556)

คุณหมุของน้ำในฤดูกาลนี้ลดลงจากฤดูกาลที่แล้วเล็กน้อย โดยอยู่ในช่วง 29.04 – 29.28 องศาเซลเซียส คุณหมุเจลี่ยตลอดการเก็บตัวอย่างอยู่ที่ 29.14 องศาเซลเซียส คุณหมุมีแนวโน้มลดลงเมื่อออกห่างจากฝั่ง ความเค็มของน้ำในฤดูกาลนี้ค่อนข้างสูงกว่าในฤดูกาลอื่น โดยอยู่ในช่วง 29.76 – 30.87 psu ความเค็มเจลี่ยตลอดการเก็บตัวอย่างอยู่ที่ 30.39 psu ปริมาณออกซิเจนละลายในฤดูกาลนี้แปรผันอยู่ในช่วง 2.13 – 4.70 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 2.95 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายต่ำลงที่บริเวณฝั่งขวาและแนวกลางติดกับแนวคลอง ในทุกระยะการเก็บตัวอย่าง ค่า pH สูงกว่าฤดูกาลที่แล้วเล็กน้อย โดยมีค่าอยู่ในช่วง 7.00 – 7.41 มีค่าเฉลี่ยตลอดฤดูกาล 7.22 pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะห่างจากฝั่งเพิ่มขึ้น



รูปที่ 32 คุณภาพน้ำ ความเค็ม ค่าออกซิเจนละลาย และ pH ของน้ำบริเวณปากคลองประมง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ช่วงระหว่างมรสุม

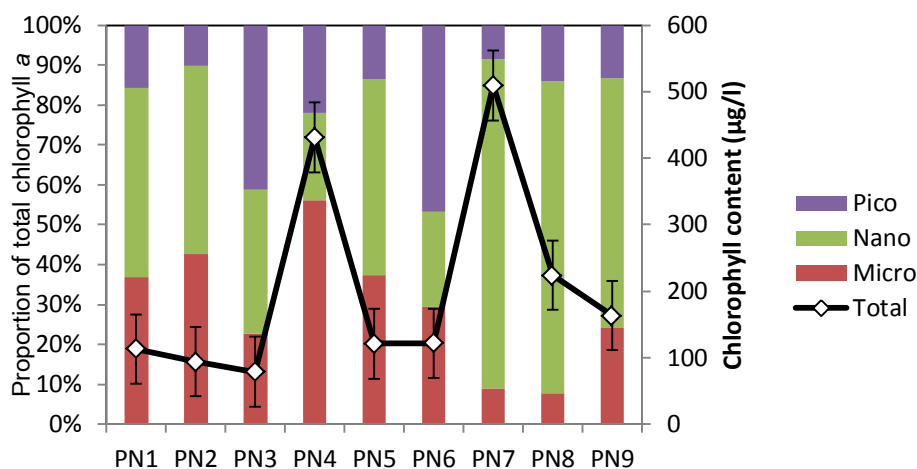


รูปที่ 33 คุณภาพน้ำ ความเค็ม ค่าออกซิเจนละลาย และ pH ของน้ำบริเวณปากคลองประมง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ช่วงปลายฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

## มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ

ต้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนพฤศจิกายน 2555)

มวลชีวภาพโดยรวมของแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ อยู่ในช่วง 80 – 500 µg/l จุดที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงที่สุดคือบริเวณฝั่งซ้ายของปากคลอง ห่างจากฝั่ง 700 เมตร (PN8) โดยมีความเข้มข้น 509.4 µg/l คิดเป็นคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอน 20.05 ไมโครกรัม/ลิตร จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอน 203.9 ไมโครกรัมต่อลิตร และจากแพลงก์ตอนพืชขนาดพิโคแพลงก์ตอน 36.49 ไมโครกรัม/ลิตร สัดส่วนร้อยละ 8.950, 91.04 และ 16.29 ตามลำดับ จุดที่มีมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ ต่ำสุดคือฝั่งขวาของปากคลอง ห่างจากฝั่ง 300 เมตร (PN3) โดยมีค่าคลอโรฟิลล์ เอ รวม 78.88 ไมโครกรัม/ลิตร เป็นคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอน 17.88 ไมโครกรัม/ลิตร จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอน 28.53 ไมโครกรัม/ลิตร และจากพิโคแพลงก์ตอน 32.46 ไมโครกรัม/ลิตร คิดเป็นร้อยละ 22.68, 36.16 และ 41.15 ตามลำดับ แพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนมีสัดส่วนมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ สูงที่สุดในทุกจุดเก็บตัวอย่าง โดยแปรผันอยู่ในช่วงร้อยละ 11 – 90 ยกเว้นบริเวณฝั่งขวาของปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 500 เมตร (PN4) มีสัดส่วนมวลชีวภาพแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ จากไมโครแพลงก์ตอนคิดเป็นร้อยละ 55 ของมวลชีวภาพแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด อีกจุดหนึ่งที่พบว่าแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนไม่ได้มีสัดส่วนมวลชีวภาพสูงสุดคือบริเวณฝั่งซ้ายของปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 700 เมตร (PN7) ซึ่งบริเวณดังกล่าวมีสัดส่วนมวลชีวภาพแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนสูงสุด คือร้อยละ 45 ของปริมาณมวลชีวภาพแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด



รูปที่ 34 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดต่าง ๆ ในช่วงต้นมรสุม

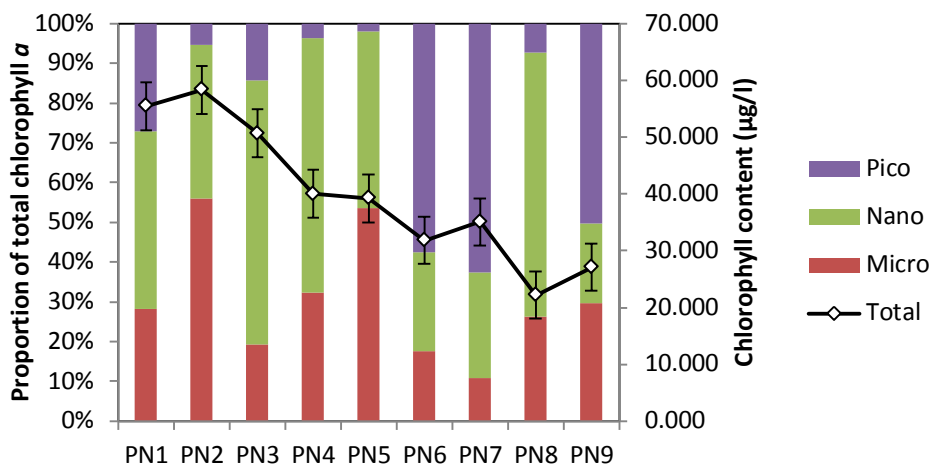
ตะวันออกเฉียงเหนือ

#### ปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนกุมภาพันธ์ 2556)

มวลชีวภาพรวมของแพลงก์ตอนพืชมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะห่างจากฝั่งเพิ่มขึ้น มีมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ แปรผันอยู่ในช่วง 1.470 - 58.309 ไมโครกรัม/ลิตร จุดที่มีปริมาณมวลชีวภาพรวมในรูปคลอโรฟิลล์ เอ สูงที่สุดคือแนวกลางติดกับแนวคลอง ห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN2) คิดเป็นมวลชีวภาพจากแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไมโครแพลงก์ตอน 32.656 ไมโครกรัม/ลิตร จากแพลงก์ตอนพืชกลุ่มนาโนแพลงก์ตอน 22.55 ไมโครกรัม/ลิตร และจากแพลงก์ตอนพืชกลุ่มพืโคแพลงก์ตอน 3.094 ไมโครกรัม/ลิตร โดยคิดเป็นร้อยละ 56 , 39 และ 5 ตามลำดับ จุดที่มีมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ ต่ำสุดคือแนวกลางติดกับแนวคลอง ห่างจากฝั่ง 700 เมตร (PN8) โดยมีค่าคลอโรฟิลล์ เอ รวม 22.176 ไมโครกรัม/ลิตร โดยเป็นคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอน 5.810 ไมโครกรัม/ลิตร จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอน 14.776 ไมโครกรัม/ลิตร และจากแพลงก์ตอนพืชขนาดพืโคแพลงก์ตอน 1.589 ไมโครกรัม/ลิตร คิดเป็นร้อยละ 26, > 60 และ < 10 ตามลำดับ จุดที่มีแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนเป็นกลุ่มเด่นคือ แนวกลางติดกับแนวคลอง ห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN2) คิดเป็นร้อยละ 56 ของปริมาณมวลชีวภาพแพลงก์ตอนพืชในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ทั้งหมด จุดที่มีแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนเป็นกลุ่มเด่นคือฝั่งขวาของปากคลอง ห่างจากฝั่ง 300 เมตร (PN3) คิดเป็นร้อยละ 78 ของปริมาณมวลชีวภาพแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ ทั้งหมด และจุดที่มีแพลงก์ตอนพืชขนาดพืโคแพลงก์ตอนเป็นกลุ่มเด่นคือบริเวณฝั่งซ้ายของปาก



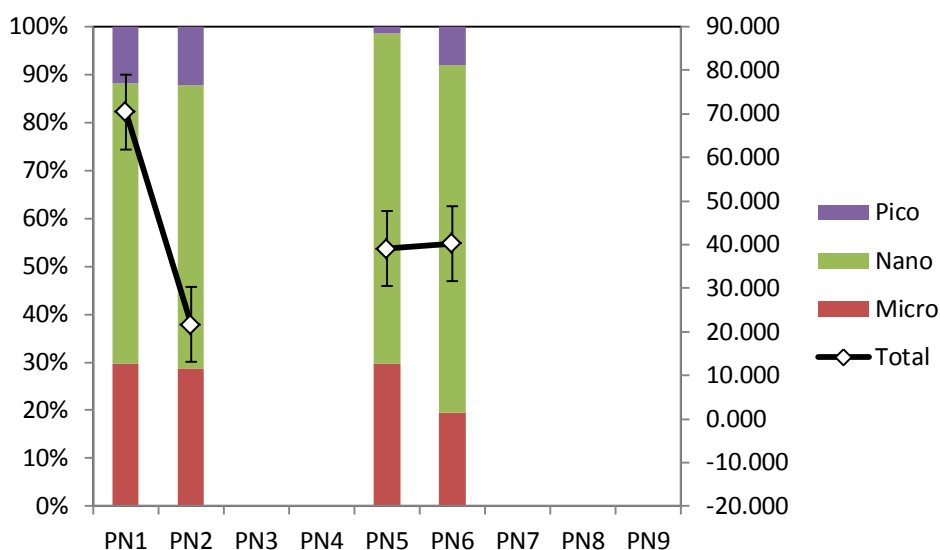
คลอง ห่างจากชายฝั่ง 700 เมตร (PN7) คิดเป็นร้อยละ 62.575 ของมวลชีวภาพแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ ทั้งหมด



รูปที่ 35 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดต่าง ๆ ในช่วงปลายมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ

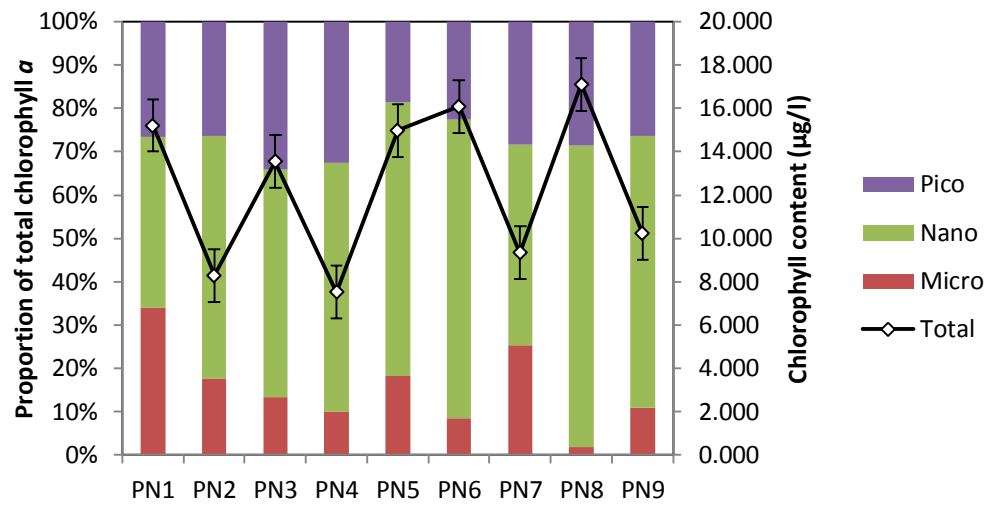
#### ช่วงระหว่างมรสุม (เดือนเมษายน 2556)

มวลชีวภาพมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะห่างจากฝั่งเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับช่วงปลายฤดูมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ มีมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ แปรผันอยู่ในช่วง 21.61 - 70.46 ไมโครกรัม/ลิตร จุดที่มีปริมาณมวลชีวภาพรวมในรูปคลอโรฟิลล์ เอ สูงที่สุดคือ บริเวณฝั่งซ้ายของแนวปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN1) โดยมีมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชรวม 70.46 ไมโครกรัม/ลิตร มาจากแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอน 24.207 ไมโครกรัม/ลิตร จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอน 47.72 ไมโครกรัม/ลิตร และจากแพลงก์ตอนพืชขนาดพิโคแพลงก์ตอน 9.619 ไมโครกรัม/ลิตร คิดเป็นร้อยละ 34, 68 และ 14 ตามลำดับ จุดที่มีมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ ต่ำที่สุดคือแนวกลางติดกับแนวคลอง ห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN2) โดยมีมวลชีวภาพรวม 21.610 ไมโครกรัม/ลิตร คิดเป็นมวลชีวภาพจากแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอน 6.216 ไมโครกรัม/ลิตร จากแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอน 12.759 ไมโครกรัม/ลิตร และจากแพลงก์ตอนพืชขนาดพิโคแพลงก์ตอน 2.634 ไมโครกรัม/ลิตร แพลงก์ตอนพืชที่มีสัดส่วนมวลชีวภาพสูงสุดคือนาโนแพลงก์ตอน โดยมีสูงถึงร้อยละ 76 บริเวณฝั่งขวาของแนวปากคลองห่างจากชายฝั่ง 500 เมตร (PN6)



รูปที่ 36 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดต่าง ๆ ในช่วงระหว่างมรสุม  
ปลายฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนตุลาคม 2556)

มวลชีวภาพรวมในรูปคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชในฤดูนี้ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับฤดูอื่นๆ โดยจะผกผันอยู่ระหว่าง 7.508 - 17.10 ไมโครกรัม/ลิตร บริเวณที่มีมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชรวมสูงที่สุดคือบริเวณฝั่งซ้ายของปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 700 เมตร (PN7) มีมวลชีวภาพแพลงก์ตอนพืชรวม 17.10 ไมโครกรัม/ลิตร เป็นมวลชีวภาพที่มาจากไมโครแพลงก์ตอน 0.425 ไมโครกรัม/ลิตร มาจากนาโนแพลงก์ตอน 16.67 ไมโครกรัม/ลิตร และมาจากฟิโคแพลงก์ตอน 6.86 ไมโครกรัม/ลิตร คิดเป็นร้อยละ 25, 47 และ 28 ตามลำดับ ส่วนบริเวณที่มีมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชต่ำที่สุดคือบริเวณฝั่งซ้ายของปากคลอง ห่างจากแนวชายฝั่ง 500 เมตร (PN4) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีมวลชีวภาพรวม 7.508 ไมโครกรัม/ลิตร โดยเป็นมวลชีวภาพจากไมโครแพลงก์ตอน 1.115 ไมโครกรัม/ลิตร จากนาโนแพลงก์ตอน 6.394 ไมโครกรัม/ลิตร และจากฟิโคแพลงก์ตอน 3.619 ไมโครกรัม/ลิตร แพลงก์ตอนพืชกลุ่มมมนาโนแพลงก์ตอนเป็นกลุ่มที่มีสัดส่วนมวลชีวภาพสูงที่สุดในทุกๆ จุดเก็บตัวอย่างของฤดูนี้ โดยสูงถึงร้อยละ 97.516 บริเวณ ฝั่งซ้ายของปากคลอง ห่างจากฝั่ง 700 เมตร (PN8)



รูปที่ 37 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จากแพลงก์ตอนพืชขนาดต่าง ๆ ในช่วงปลายมรสุมตะวันตกเฉียง

ใต้

### ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์

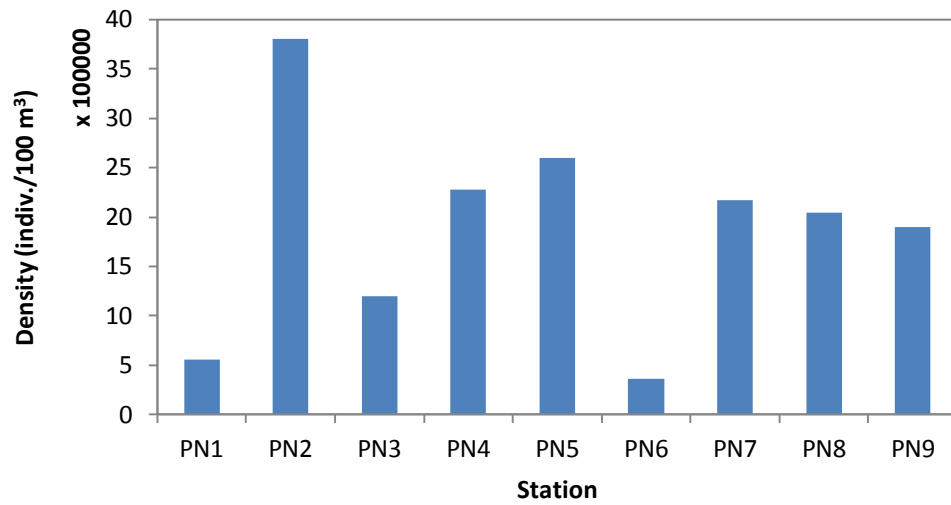
การศึกษาความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นคู่แข่งในการหาอาหารและเป็นผู้ล่าของ  
ทินทินนิตในระหว่างปี พ.ศ. 2555 ถึง ปี พ.ศ. 2556 ได้ผลดังนี้

#### แพลงก์ตอนสัตว์ต้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนพฤศจิกายน 2555)

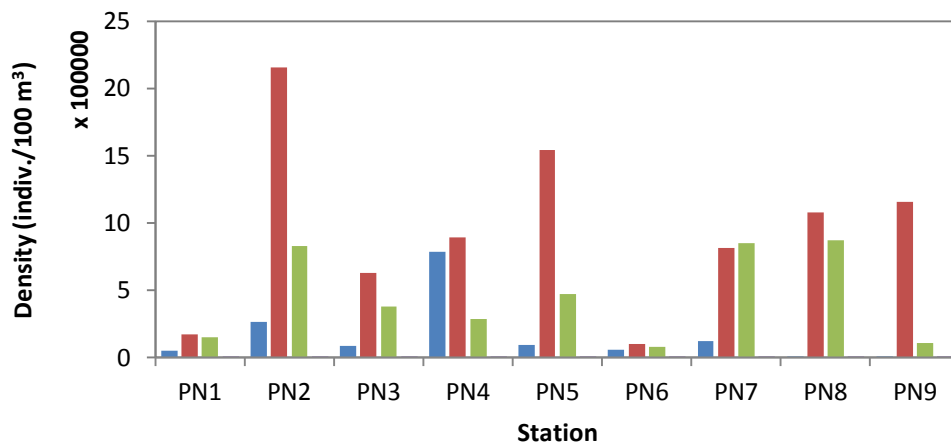
แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดไมโครแพลงก์ตอนในฤดูกาลนี้มีความหนาแน่นเฉลี่ย  $1.879 \times 10^6$  ตัวต่อ 100 ลูกบาศก์เมตร จุดที่มีความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ บริเวณแนวกลางห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN3) มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์รวม  $3.8 \times 10^6$  ตัวต่อ 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 38) กลุ่มที่มีการกินอาหารคล้ายคลึงกับทินทินนิตได้แก่ Cirripedia larvae, Copepod nauplii, Cyclopoid copepod ขนาดเล็ก และ Gastropod larvae ในฤดูนี้กลุ่มที่มีความหนาแน่นมากที่สุดในทุกจุดเก็บตัวอย่างคือ Copepod nauplii โดยบริเวณแนวกลางห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร เป็นจุดที่มีความหนาแน่นสูงที่สุด คือหนาแน่นถึง  $2.153 \times 10^6$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 39)

แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดมีโซแพลงก์ตอนในฤดูกาลนี้มีความหนาแน่นเฉลี่ย  $8.842 \times 10^3$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร จุดที่มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์สูงที่สุดคือบริเวณแนวกลางข้างปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 500 เมตร (PN 5) โดยมีความหนาแน่นถึง  $4.601 \times 10^4$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ตาม พบว่าที่ระยะห่างเท่ากัน จุดทั้งสองจุดที่ขนาบข้าง คือฝั่งซ้ายและฝั่งขวาของปากคลองมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ต่ำมาก จุดที่มีความหนาแน่นต่ำที่สุดคือบริเวณฝั่งขวาของปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 500 เมตร (PN 6) ดังรูปที่ 40

แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดมีโซแพลงก์ตอนที่เป็นผู้ล่าของทินทินนิตได้แก่ Calanoid copepods, Mysids, Lucifer sp. และหนอนธนู กลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างเห็นได้ชัดคือโคพีพอด โดยมีความหนาแน่นสูงถึง  $1.307 \times 10^4$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตรที่บริเวณแนวกลางข้างปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 500 เมตร (PN 5) แพลงก์ตอนสัตว์อีกกลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงที่สุดที่บริเวณนี้ได้แก่ *Lucifer* sp. ซึ่งมีความหนาแน่น  $3.6 \times 10^4$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร และหนอนธนู ซึ่งมีความหนาแน่น  $2.86 \times 10^2$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 41)

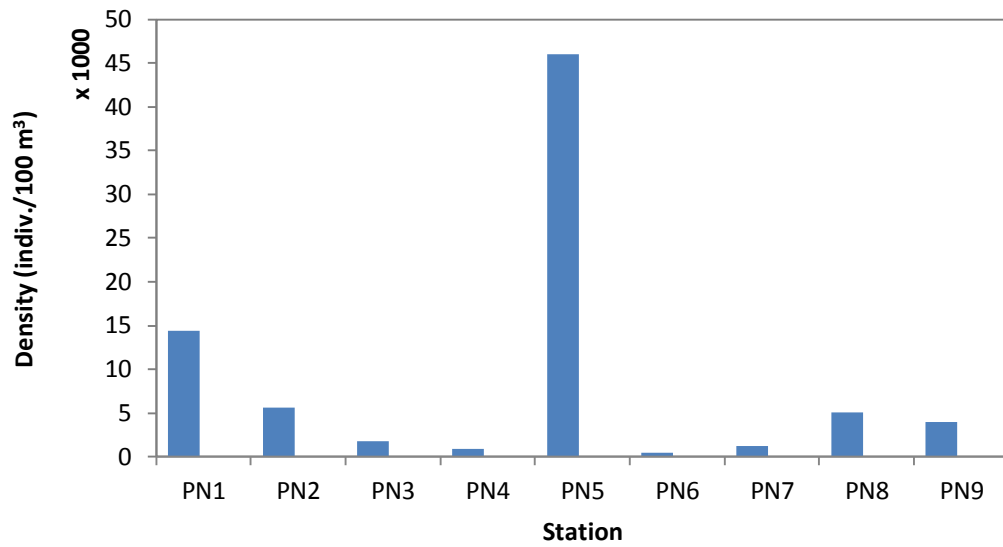


รูปที่ 38 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่ไมโครแพลงก์ตอนในช่วงต้นมรสุม  
ตะวันออกเฉียงเหนือ

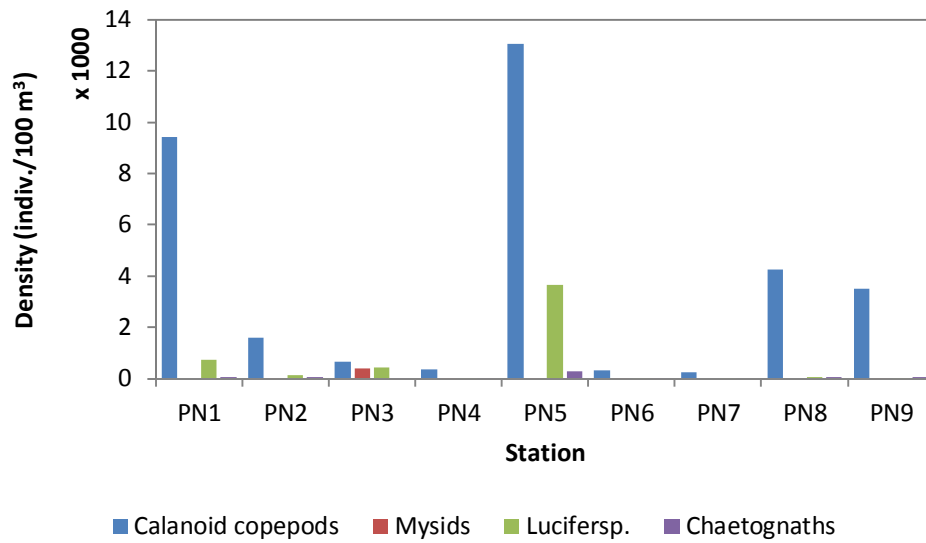


■ Cirripedia larvae ■ Copepod nauplii ■ Cyclopid copepods ■ Gastropod larvae

รูปที่ 39 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่ไมโครแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นในช่วงต้นมรสุม  
ตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 40 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดมีโซแพลงก์ตอนในช่วงต้นมรสุม  
ตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 41 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดมีโซแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นในช่วงต้นมรสุม  
ตะวันออกเฉียงเหนือ

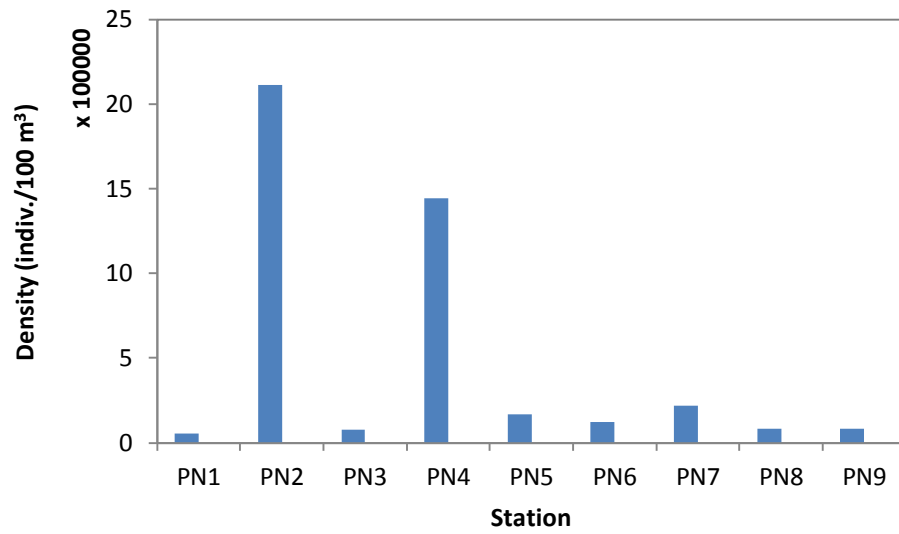
### แพลงก์ตอนสัตว์ปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนกุมภาพันธ์ 2556)

แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่ไมโครแพลงก์ตอนในฤดูกาลนี้มีความหนาแน่นเฉลี่ย  $6.739 \times 10^5$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร จุดที่มีความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ บริเวณแนวกลางห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN2) ซึ่งมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์รวม  $2.626 \times 10^6$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร อีกจุดหนึ่งที่มีความหนาแน่นใกล้เคียงกันและแตกต่างจากจุดอื่นอย่างเห็นได้ชัดเช่นเดียวกับ PN2 คือ บริเวณฝั่งซ้ายของปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 500 เมตร (PN4) ในขณะที่จุดที่มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์เป็นจุดที่อยู่ในระยะเดียวกัน คือฝั่งซ้ายของปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN1) มีความหนาแน่นรวม  $8.371 \times 10^4$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 42)

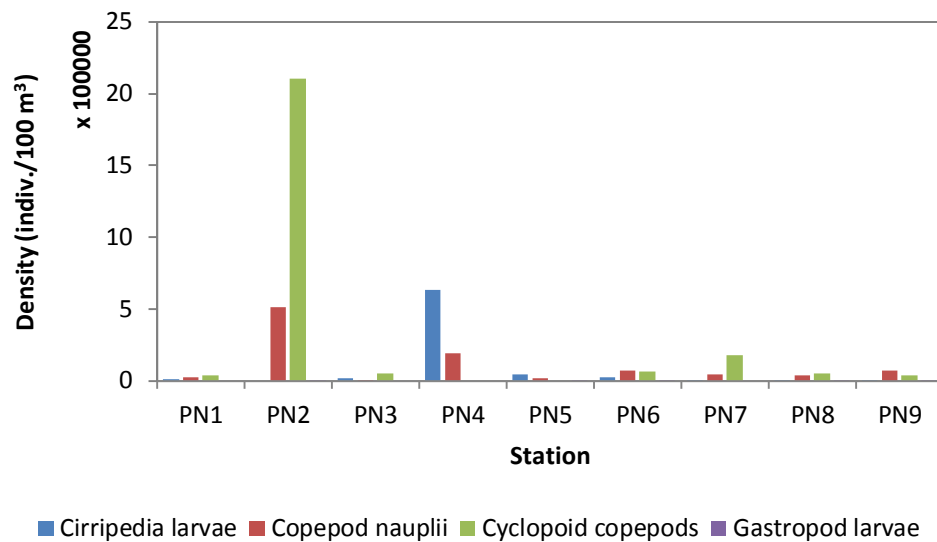
แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่มีการกินอาหารคล้ายคลึงกับหินหินนิตได้แก่ Cirripedia larvae, Copepod nauplii, Cyclopid copepod ขนาดเล็ก และ Gastropod larvae ในฤดูนี้กลุ่มที่มีความหนาแน่นมากที่สุดในทุกจุดเก็บตัวอย่างคือ Cyclopid copepods โดยบริเวณแนวกลางห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN2) เป็นจุดที่มีความหนาแน่นสูงที่สุด คือหนาแน่นถึง  $2.103 \times 10^6$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร กลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงเป็นอันดับที่สองคือตัวอ่อนเพรียง (Cirripedia larvae) ซึ่งมีความหนาแน่น  $6.317 \times 10^5$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 43)

แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่ไมโครแพลงก์ตอนในฤดูกาลนี้มีความหนาแน่นเฉลี่ยต่ำเมื่อเทียบกับฤดูกาลอื่น โดยมีความหนาแน่นเฉลี่ยเพียง  $1.979 \times 10^3$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร จุดที่มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์สูงที่สุดคือบริเวณฝั่งขวาของปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 700 เมตร (PN 9) โดยมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์รวม  $6.22 \times 10^3$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร จุดที่มีความหนาแน่นต่ำที่สุดคือบริเวณแนวกลางข้างปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN 2) ดังรูปที่ 44

แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่ไมโครแพลงก์ตอนที่เป็นผู้ล่าของหินหินนิตได้แก่ Calanoid copepods, Mysids, Lucifer sp. และหนอนรณ เช่นเดียวกับฤดูกาลที่แล้ว กลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างเห็นได้ชัดคือโคฟีพอด แม้จะมีความหนาแน่นเพียง  $5.705 \times 10^3$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร จุดที่พบความหนาแน่นของโคฟีพอดสูงที่สุดนั้นอยู่บริเวณฝั่งขวาของปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 700 เมตร (PN 9) แพลงก์ตอนสัตว์อีกกลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงรองลงมาได้แก่ Lucifer sp. ซึ่งมีความหนาแน่น  $1.744 \times 10^3$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 45)

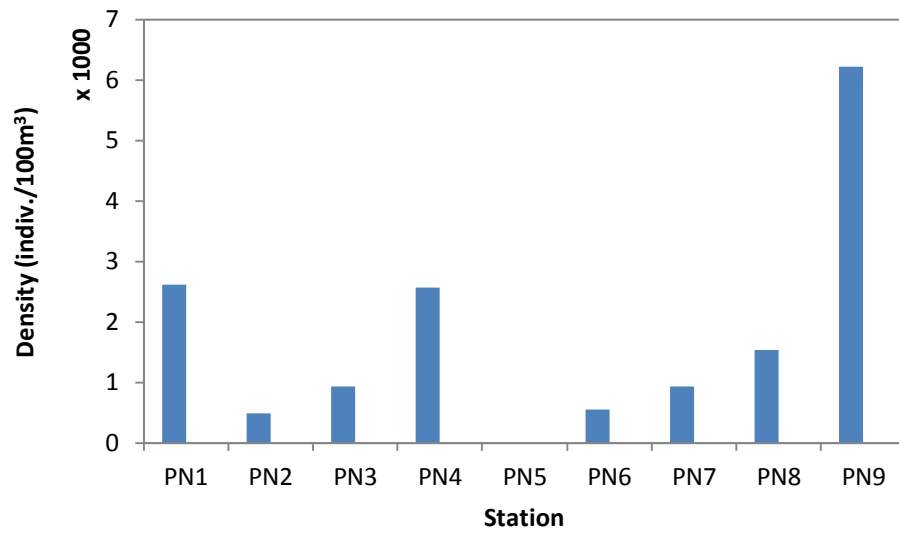


รูปที่ 42 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กไมโครแพลงก์ตอนในช่วงปลายมรสุม  
ตะวันออกเฉียงเหนือ

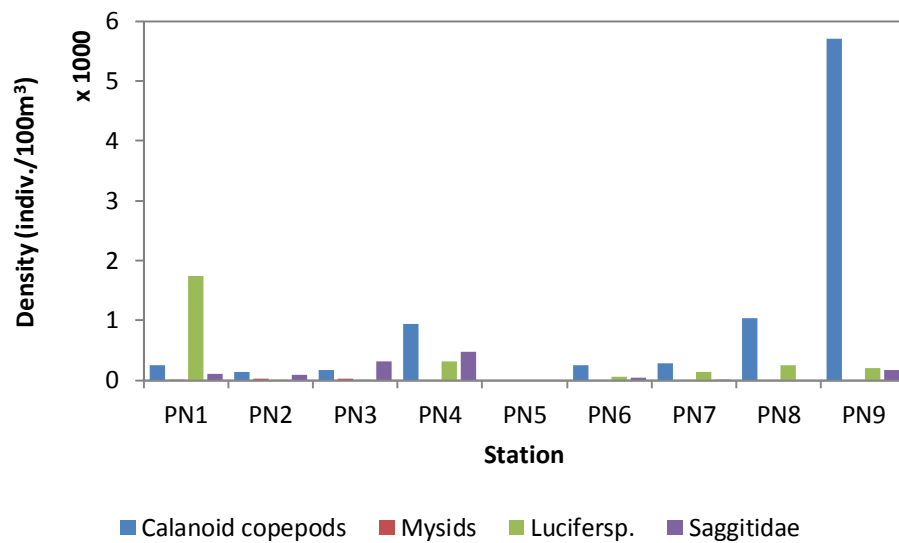


รูปที่ 43 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กไมโครแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นในช่วงปลายมรสุม  
ตะวันออกเฉียงเหนือ





รูปที่ 44 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่แพลงก์ตอนในช่วงปลายมรสุม  
ตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 45 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่แพลงก์ตอนกลุ่มเด่นในช่วงในช่องปลายมรสุม  
ตะวันออกเฉียงเหนือ

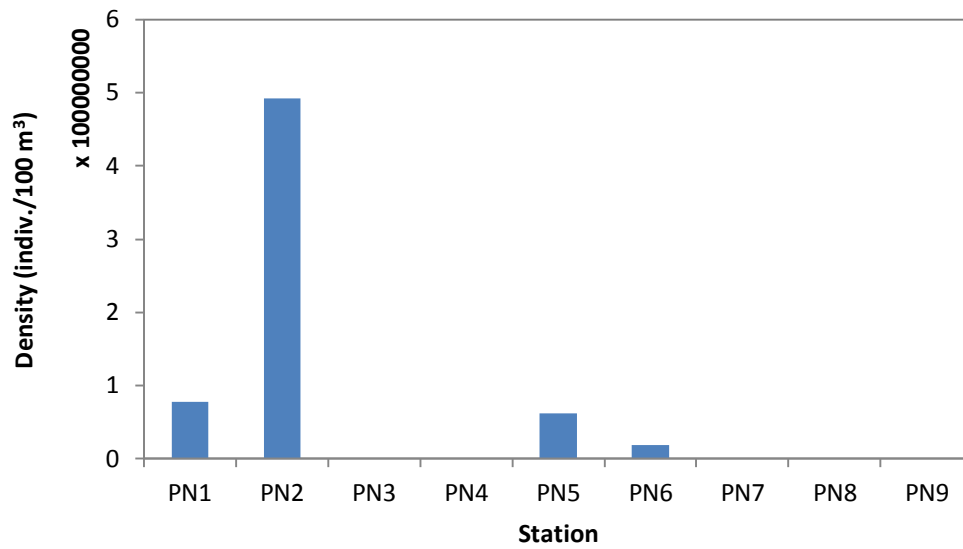
### แพลงก์ตอนสัตว์ช่วงระหว่างมรสุม (เดือนเมษายน 2556)

แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดไมโครแพลงก์ตอนในฤดูกาลนี้มีความหนาแน่นเฉลี่ย  $1.09 \times 10^8$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร จุดที่มีความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ บริเวณแนวกลางห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN2) ซึ่งมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์รวม  $4.92 \times 10^8$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร ในขณะที่จุดที่มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ต่ำที่สุด คือฝั่งขวาของปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 500 เมตร (PN6) มีความหนาแน่นรวม  $1.91 \times 10^8$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 46)

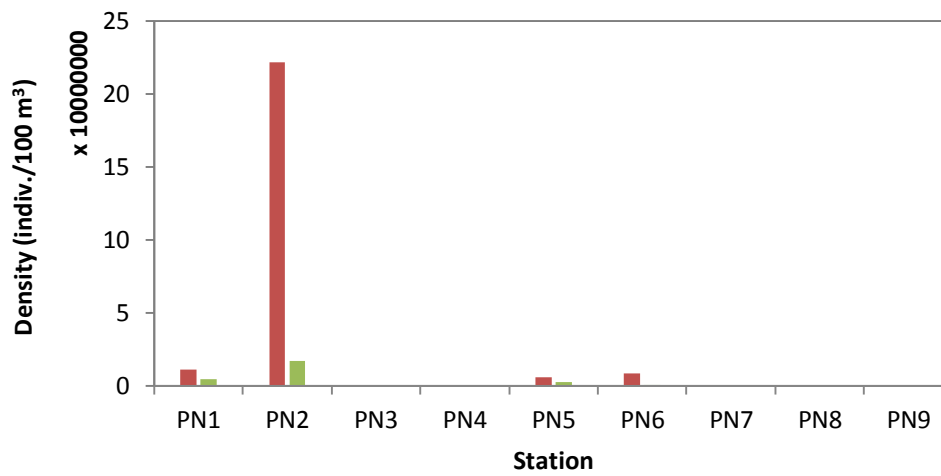
แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่มีการกินอาหารคล้ายคลึงกับทินทินนิดได้แก่ Cirripedia larvae, Copepod nauplii, Cyclopoid copepod ขนาดเล็ก และ Gastropod larvae ในฤดูนี้กลุ่มที่มีความหนาแน่นมากที่สุดในทุกจุดเก็บตัวอย่างคือ Copepod nauplii โดยบริเวณแนวกลางห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN2) เป็นจุดที่มีความหนาแน่นสูงที่สุด คือหนาแน่นถึง  $2.22 \times 10^8$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 47)

แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดมีโซแพลงก์ตอนในฤดูกาลนี้มีความหนาแน่นเฉลี่ย  $7.62 \times 10^5$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร จุดที่มีความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ บริเวณฝั่งซ้ายของปากคลองห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN1) ซึ่งมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์รวม  $1.36 \times 10^6$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร ในขณะที่จุดที่มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ต่ำที่สุดเป็นจุดที่อยู่ในระยะเดียวกัน คือแนวกลางห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN2) มีความหนาแน่นรวม  $4.17 \times 10^5$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 48)

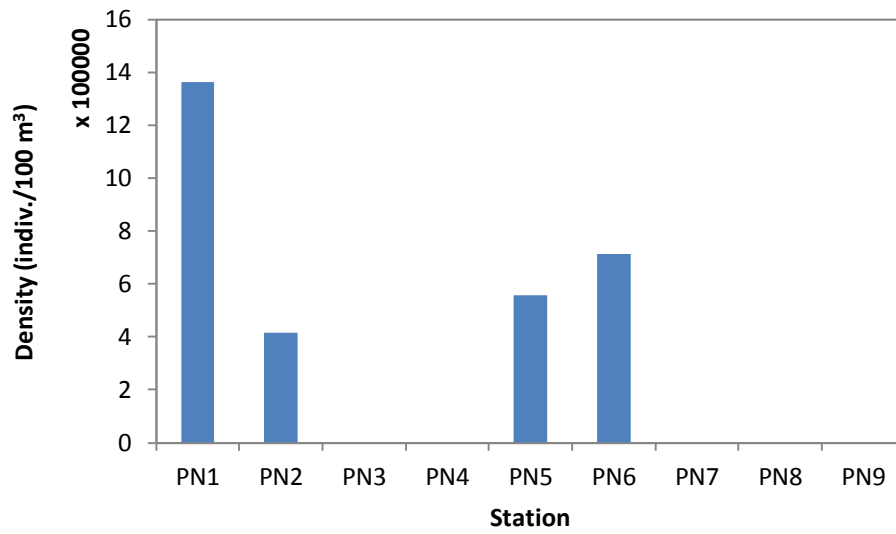
แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดมีโซแพลงก์ตอนที่เป็นผู้ล่าของทินทินนิดได้แก่ Calanoid copepods, Mysids, Lucifer sp. และหนอนธนู เช่นเดียวกับฤดูกาลที่แล้ว กลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างเห็นได้ชัดคือโคพีพอด มีความหนาแน่นเพียง  $9.128 \times 10^5$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร จุดที่พบความหนาแน่นของโคพีพอดสูงที่สุดนั้นอยู่บริเวณฝั่งซ้ายของปากคลองห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN1) ดังรูปที่ 49



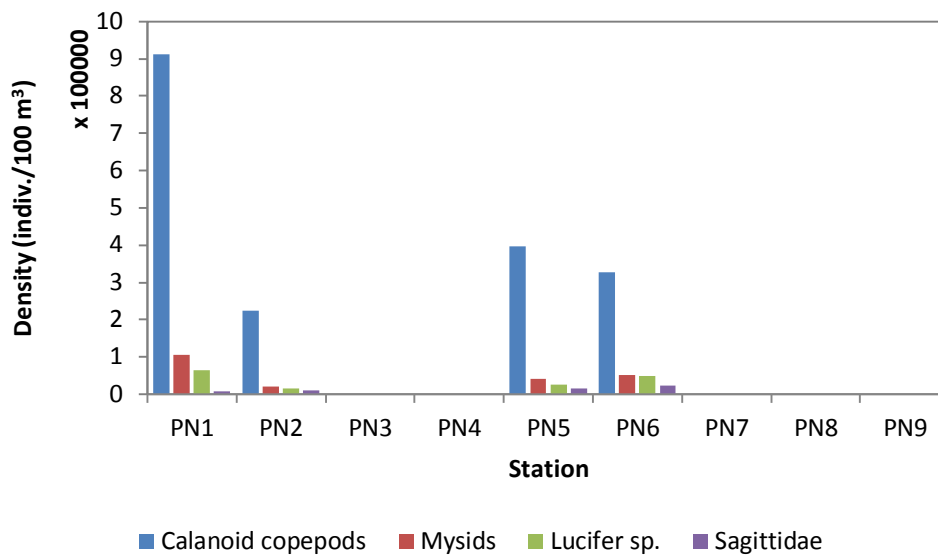
รูปที่ 46 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กไมโครแพลงก์ตอนในช่วงระหว่างมรสุม



รูปที่ 47 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กไมโครแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นในช่วงระหว่างมรสุม



รูปที่ 48 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่แพลงก์ตอนในช่วงระหว่างมรสุม



รูปที่ 49 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่แพลงก์ตอนกลุ่มเด่นในช่วงระหว่างมรสุม

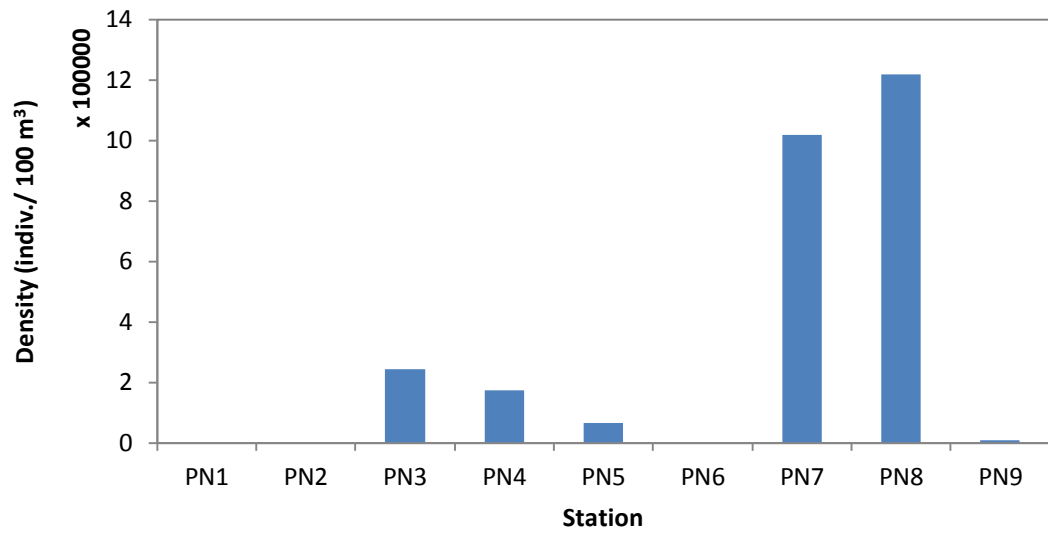
### แพลงก์ตอนสัตว์ในปลายฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนตุลาคม 2556)

แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่ในฤดูนี้มีความหนาแน่นเฉลี่ย  $5.440 \times 10^5$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร จุดที่มีความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ บริเวณแนวกลางห่างจากปากแม่น้ำ 700 เมตร (PN 8) มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์รวม  $1.217 \times 10^6$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 50)

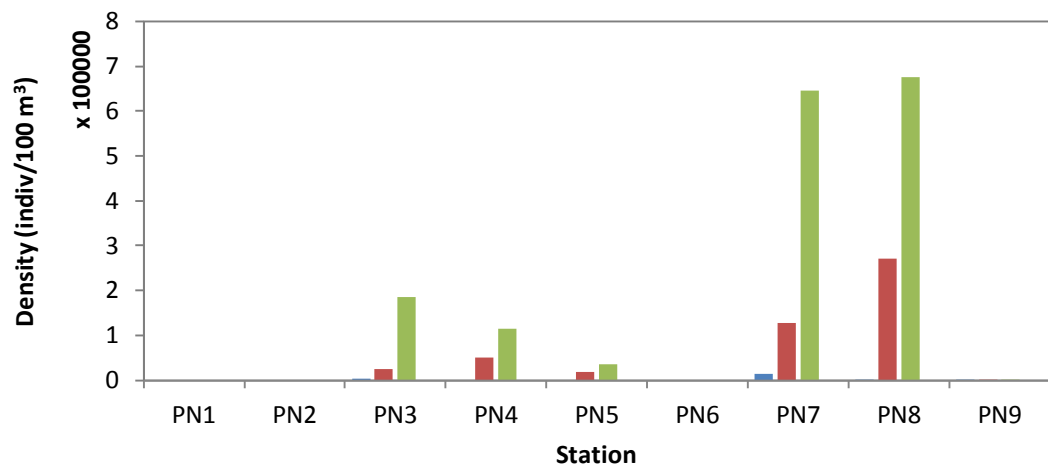
กลุ่มที่มีการกินอาหารคล้ายคลึงกับหินชนิดได้แก่ Cirripedia larvae, Copepod nauplii, Cyclopid copepod ขนาดเล็ก และ Gastropod larvae ในฤดูนี้กลุ่มที่มีความหนาแน่นมากที่สุดในทุกจุดเก็บตัวอย่างคือ Cyclopid copepod โดยบริเวณแนวกลางห่างจากชายฝั่ง 700 เมตร เป็นจุดที่มีความหนาแน่นสูงที่สุด คือหนาแน่นถึง  $6.765 \times 10^6$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 51)

แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กในฤดูนี้มีความหนาแน่นเฉลี่ย  $1.072 \times 10^4$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร จุดที่มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์สูงที่สุดคือบริเวณฝั่งซ้ายของปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN 1) โดยมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์รวม  $2.48 \times 10^5$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร จุดที่มีความหนาแน่นต่ำที่สุดคือบริเวณแนวกลางห่างจากชายฝั่ง 700 เมตร (PN 8) ดังรูปที่ 52

แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กในฤดูนี้เป็นผู้ล่าของหินชนิดได้แก่ Calanoid copepods, Mysids, Lucifer sp. และหนอนธนู เช่นเดียวกับฤดูที่แล้ว กลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างเห็นได้ชัดคือโคฟีพอด มีความหนาแน่น  $1.696 \times 10^4$  ตัว/ 100 ลูกบาศก์เมตร จุดที่พบความหนาแน่นของโคฟีพอดสูงที่สุดนั้นอยู่บริเวณฝั่งขวาของปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 300 เมตร (PN 3) ดังรูปที่ 53

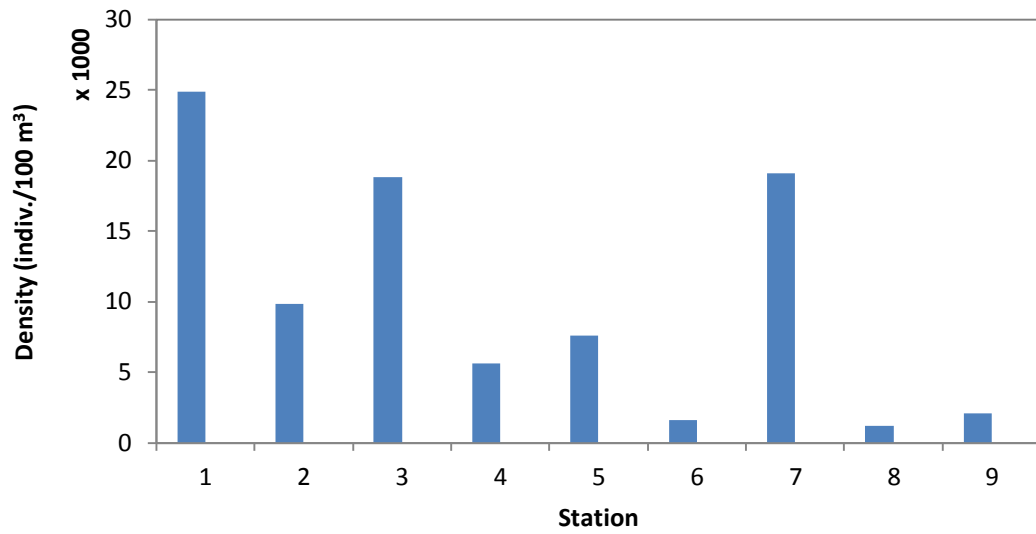


รูปที่ 50 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่ไมโครแพลงก์ตอนในช่วงปลายมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

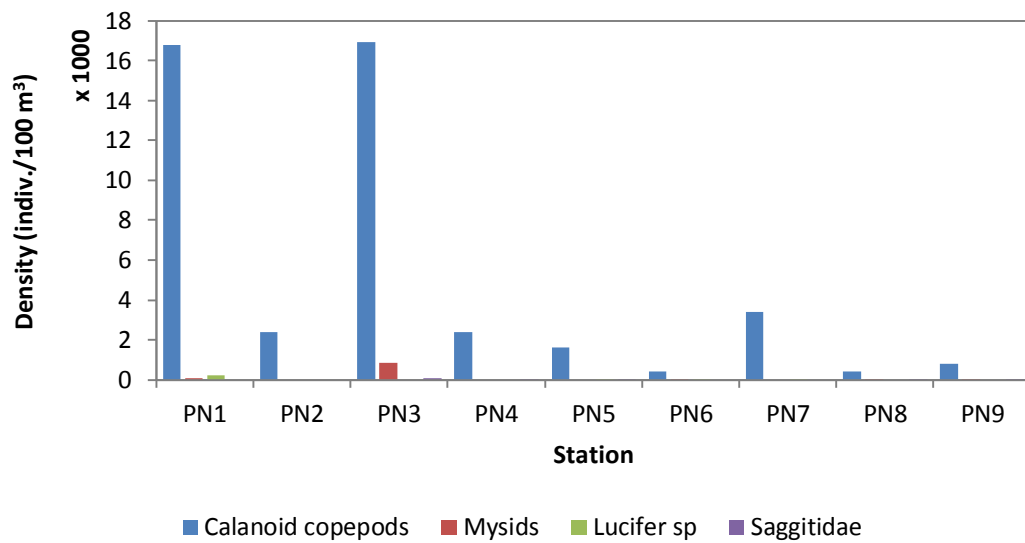


■ Cirripedia larvae ■ Copepod nauplii ■ Cyclopid copepods ■ Gastropod larvae

รูปที่ 51 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่ไมโครแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นในช่วงปลายมรสุมตะวันตกเฉียงใต้



รูปที่ 52 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กมีไซแพลงก์ตอนในช่วงปลายมรสุมตะวันตกเฉียงใต้



รูปที่ 53 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กมีไซแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นในช่วงปลายมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

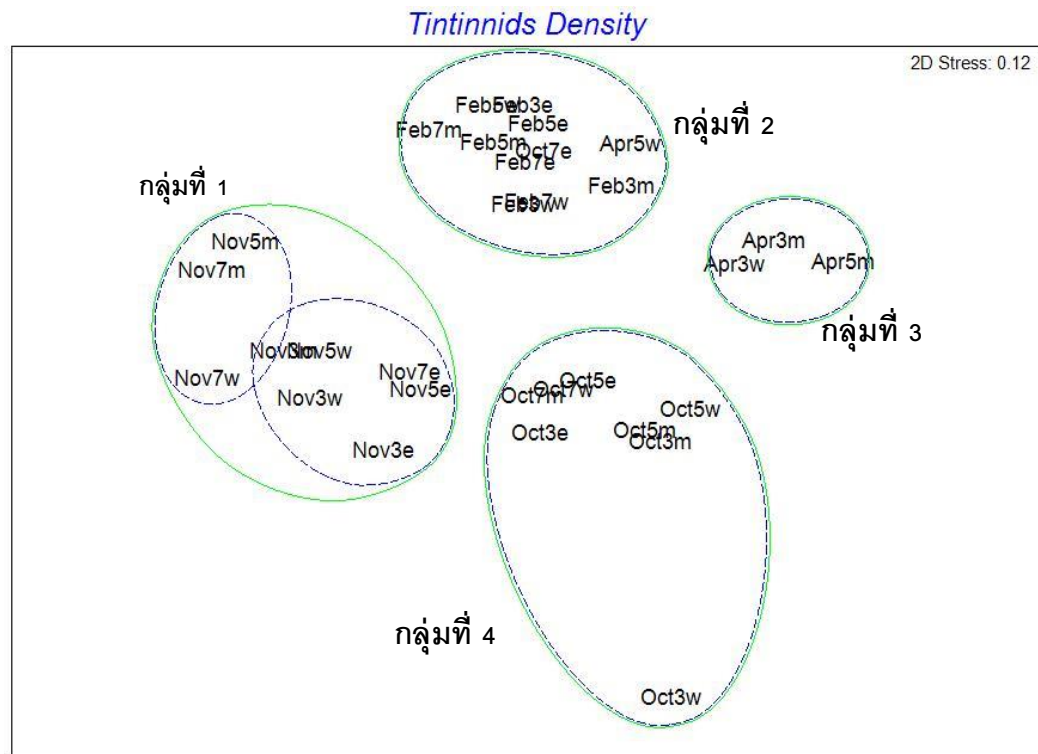
### ปัจจัยที่มีผลต่อการความชุกชุมและการกระจายตามฤดูกาล

ความหนาแน่นของทินทินนิตไม่แสดงความสัมพันธ์กับปัจจัยกายภาพ คือ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลาย มีเพียงช่วงปลายมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเท่านั้นที่ความหนาแน่นของทินทินนิตมีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณนาโนคลอโรฟิลล์ เอ โดยมีค่าสหสัมพันธ์ 0.751 ที่  $P = 0.05$  แต่เมื่อจับกลุ่มด้วยวิธี Multidimensional Scaling (MDS) (รูปที่ 31) จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม ประชากรของทินทินนิตในช่วงต้นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน 2555) มีความแตกต่างจากประชากรในช่วงเวลาอื่น ๆ ทินทินนิตที่เป็นชนิดเด่นของกลุ่มนี้ได้แก่ *Tintinnopsis uruguayensis* ซึ่งมีความหนาแน่นคิดเป็นร้อยละ 31 ของทินทินนิตที่พบทั้งหมดในกลุ่มนี้ กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มใหญ่ที่สุดเป็นประชากรทินทินนิตในช่วงปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณแนวกลางห่างจากชายฝั่ง 500 เมตรของฤดูก่อนมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และบริเวณฝั่งซ้ายของปากคลอง ห่างจากชายฝั่ง 700 เมตร ของช่วงระหว่างมรสุม ทินทินนิตชนิดเด่นได้แก่ *Tintinnidium* sp. ซึ่งมีความหนาแน่นคิดเป็นร้อยละ 48 ของทั้งหมด กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มเล็กที่ประกอบด้วยประชากรที่เหลือของช่วงระหว่างมรสุมก่อนเข้าสู่ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เมษายน 2556) ทินทินนิตชนิดเด่นเป็นชนิดเดียวกับที่พบในกลุ่มที่สองคือ *Tintinnidium* sp. แต่มีความหนาแน่นสูงถึงร้อยละ 63 ของทินทินนิตทั้งหมดที่พบในกลุ่มนี้ และกลุ่มสุดท้ายเป็นประชากรทินทินนิตในช่วงปลายมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ตุลาคม 2556) ซึ่งมีทินทินนิตกลุ่มเด่นคือ *Tintinnopsis tocantinensis* คิดเป็นร้อยละ 35 ของทั้งหมด *Tintinnidium* sp. เป็นชนิดที่พบได้ในสี่อันดับแรกของทินทินนิตแต่ละกลุ่ม (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 9 ทินทินนิตชนิดเด่นในแต่ละกลุ่มประชากร

กลุ่มประชากร	ทินทินนิตชนิดเด่น
1	<i>Tintinnopsis uruguayensis</i> , <i>Tintinnopsis subacuta</i> , <i>Tintinnidium</i> sp., <i>Eutintinnus</i> sp.
2	<i>Tintinnidium</i> sp., <i>Tintinnopsis subacuta</i> , <i>Tintinnopsis turgida</i> , <i>Tintinnopsis bermudensis</i>
3	<i>Tintinnidium</i> sp., <i>Tintinnopsis radix</i> , <i>Leprotintinnus nordgvistii</i> , <i>Tintinnopsis turgid</i>
4	<i>Tintinnopsis tocantinensis</i> , <i>Tintinnidium</i> sp., <i>Tintinnopsis frimbiata</i> , <i>Tintinnopsis uruguayensis</i>





รูปที่ 54 กลุ่มประชากรของทินทินนิตบริเวณปากคลองประมง อ. เมือง จ. สมุทรสาคร แบ่งโดยวิธีการ Multidimensional Scaling (MDS)

## บทที่ 4

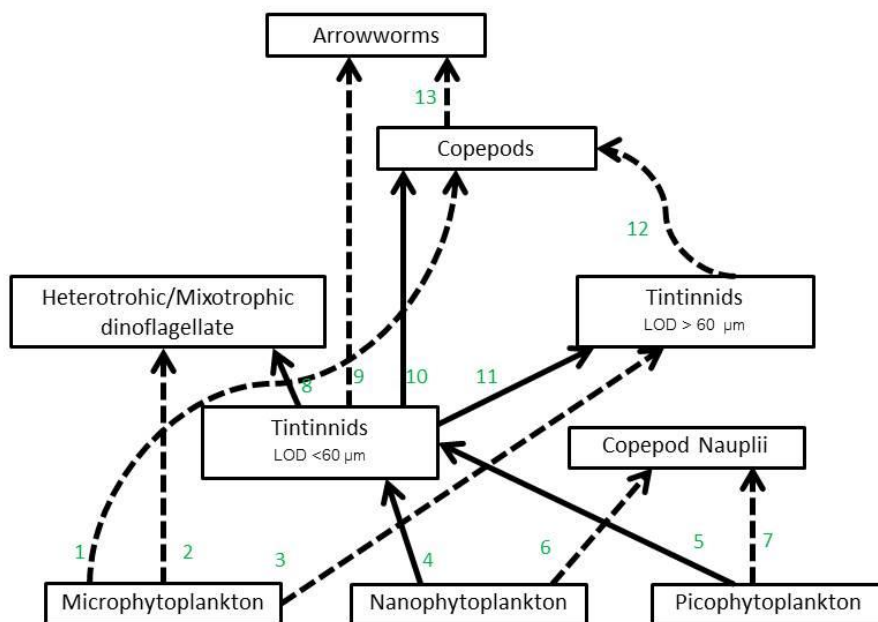
### วิเคราะห์ผลการศึกษา

#### ทินทินนิตที่พบบริเวณปากคลองประมงเปรียบเทียบกับบริเวณอื่น

ทินทินนิตที่พบในการศึกษาคั้งนี้มีจำนวน 12 สกุล เป็นสกุลที่พบเฉพาะชายฝั่ง หรือ neritic genera ถึง 6 สกุล ซึ่งน้อยกว่าบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง (ศิริมาศ สุขประเสริฐ, 2549) ที่พบได้ถึง 7 สกุล และมากกว่าทะเลสาบสงขลา (Angsupanich, 1997) (ซึ่งพบเพียง 2 สกุล สกุลที่พบได้ทั้ง 3 พื้นที่ ได้แก่ *Favella* และ *Tintinnopsis* ทินทินนิตสกุลที่พบได้ทั่วไป หรือ cosmopolitan genera ที่พบได้ทั้ง 3 พื้นที่คือสกุล *Codonellopsis* และ *Eutintinnus* ส่วนกลุ่มที่แพร่กระจายในเขตอบอุ่น (warm water) ที่พบได้ใน 3 พื้นที่ ได้แก่ *Amphorellopsis* สาเหตุที่จำนวนสกุลที่พบในบริเวณที่ศึกษามีจำนวนใกล้เคียงกับปากแม่น้ำบางปะกงมากกว่า และมากกว่าทะเลสาบสงขลา เนื่องจากลักษณะพื้นที่ที่แตกต่างกัน ในขณะที่ปากคลองประมงและปากแม่น้ำบางปะกงเนื่องจากพื้นที่มีลักษณะเป็นปากแม่น้ำ ในขณะที่ทะเลสาบสงขลาที่มีลักษณะเป็น lagoon

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในต่างประเทศ (ตารางที่ 8) พบว่าจำนวนสกุลที่พบบริเวณปากคลองประมงมีจำนวนมากกว่าทวีปอเมริกาซึ่งพบเพียง 4 และ 6 สกุล และมากกว่าทวีปยุโรปที่พบเพียง 8 สกุล สอดคล้องกับรายงานที่ว่าจำนวนชนิดที่พบจะเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าไปใกล้กับเส้นศูนย์สูตร (Dolan et al, 2006) ทินทินนิตที่พบเฉพาะทวีปเอเชียได้แก่ทินทินนิตสกุล *Favella* *Rhapdonella* และ *Amphorellopsis* ซึ่ง *Amphorellopsis* และ *Rhapdonella* นั้น พบในปากคลองประมง Hirohima Bay และ Jinha Bay แต่ไม่พบใน Youngil Bay และทินทินนิตที่สามารถพบได้ในทุกบริเวณคือทินทินนิตสกุล *Tintinnopsis*

## บทบาทในสายใยอาหาร



รูปที่ 55 บทบาทในสายใยอาหารของทินทินนิตบริเวณปากคลองประมง ต. พันท้ายนรสิงห์ จ. สมุทรสาคร

จากข้อมูลแพลงก์ตอนบริเวณปากคลองประมงที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ และจากรายงานอื่น ทำให้สามารถสรุปสายใยอาหารได้ดังรูปที่ 44 โดยเส้นที่บแสดงถึงสิ่งที่พบในการศึกษาครั้งนี้ และเส้นประแสดงถึงสิ่งที่พบในการศึกษาที่ผ่านมา

1. แพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนและโคพีพอด: ผู้ล่าของแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนได้แก่โคพีพอดขนาดใหญ่ โดยรายงานของ Gifford พบว่ามีโคพีพอดสกุล *Acartia* กินแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนบริเวณเอสทูรี (Gifford and Dagg, 1988)

2. แพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนและไดโนแฟลกเจลเลต: ผู้ล่าอีกกลุ่มหนึ่งของแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนได้แก่กลุ่ม Heterotrophic และ Mixotrophic Diniflagellates เช่นกลุ่มที่พบในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ *Noctiluca* และ *Ceratium* (Kjörboe and Titelman, 1998)

3. แพลงก์ตอนพีชขนาดไมโครแพลงก์ตอนและทินทินิดขนาดใหญ่: ทินทินิดขนาดใหญ่ที่มีความกว้างของช่องเปิดปากมากกว่า 100 ไมโครเมตรขึ้นไปสามารถกินแพลงก์ตอนขนาดไมโครแพลงก์ตอนได้หากขนาดของแพลงก์ตอนพีชขนาดไมโครแพลงก์ตอนไม่เกิน 25% ของขนาดช่องเปิดปาก ทินทินิดกลุ่มนี้จึงนับเป็นอีกกลุ่มผู้ล่าของแพลงก์ตอนพีช

4. และ 5. แพลงก์ตอนพีชขนาดนาโนและฟิโคแพลงก์ตอนกับทินทินิดขนาดเล็ก: จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าความหนาแน่นของทินทินิดช่วงปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีความสัมพันธ์กับมวลชีวภาพแพลงก์ตอนพีชขนาดนาโนแพลงก์ตอน (correlation coefficient = 0.751, P = 0.05) นอกจากนี้จากการจัดกลุ่มประชากรโดยใช้ MDS พบว่าปริมาณนาโนคลอโรฟิลล์ เอ และฟิโคคลอโรฟิลล์ เอ ของแต่ละกลุ่มประชากรแตกต่างกันอย่างชัดเจน ทินทินิดจึงนับเป็นผู้ล่าของแพลงก์ตอนพีชขนาดนาโนและฟิโคในสายใยอาหารนี้

6. และ 7. แพลงก์ตอนพีชขนาดนาโนและฟิโคแพลงก์ตอนกับ Copepod nauplii: จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่า Copepod nauplii ของโคพีพอดชนิด *Acartia tonsa* มีการล่ากินแพลงก์ตอนพีชขนาดนาโนแพลงก์ตอนในกลุ่ม Cryptophyte (Bruno, Andersen Borg, and Kjørboe, 2012) Copepod nauplii จึงนับเป็นผู้ล่าของสายใยอาหารนี้เช่นกัน

8. ทินทินิดขนาดเล็กและไดโนแฟลกเจลเลต: มีรายงานว่าไดโนแฟลกเจลเลตบางชนิดซึ่งเป็น Heterotroph หรือ Mixotroph เช่น *Noctiluca* และ *Ceratium* กินทินทินิดเป็นอาหารเช่นกัน (Smalley and Coats, 2002) และพบลอรिकाของทินทินิดในเซลล์ของ *Noctiluca* ที่พบในการศึกษาครั้งนี้อีกด้วย

9. ทินทินิดขนาดเล็กและหนอนธนู: ปกติแล้วหนอนธนูจะเลือกกินแพลงก์ตอนตามขนาดตัว ซึ่งขนาดของเหยื่อจะแปรตามขนาดของหนอนธนู (Saito and Kjørboe, 2001) juvenile ระยะที่ 1 ของหนอนธนู *Sagitta elegans* ซึ่งมีขนาดเล็ก กินทินทินิดเป็นอาหาร (Sifford Pearre, 1981)

10. ทินทินิดขนาดเล็กและโคพีพอด: จากผลการจับกลุ่มประชากรโดยวิธีการ MDS พบว่าประชากรกลุ่มที่ 3 ซึ่งประกอบไปด้วยประชากรจากช่วงระหว่างฤดูมรสุม เป็นกลุ่มประชากรที่มีความหนาแน่นของทินทินิดน้อยที่สุด แต่กลับมีความหนาแน่นของโคพีพอดสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด

11. ทินทินนิตขนาดเล็กและทินทินนิตขนาดใหญ่: ทินทินนิตสกุล *Favella* ซึ่งเป็นทินทินนิตขนาดใหญ่ นอกจากจะมีรายงานว่ากินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารแล้ว ยังมีรายงานว่าทินทินนิตกลุ่มนี้กินทินทินนิตขนาดเล็กกว่าเป็นอาหารด้วย ซึ่งในการศึกษาคั้งนี้ก็พบลอรिकाของทินทินนิตขนาดเล็กอยู่ภายในเซลล์ของ *Favella* ด้วย

12. ทินทินนิตขนาดใหญ่และโคพีพอด: นอกจากทินทินนิตขนาดเล็กแล้ว ทินทินนิตสกุล *Favlla* ยังเป็นอาหารของโคพีพอดด้วย จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดย Stoecker and Egloff (1987) พบว่าโคพีพอดชนิด *Acartia tonsa* มีอัตราการกินเพิ่มขึ้นเมื่อในอาหารที่เลี้ยงมีทั้งสาหร่ายขนาดเล็กและทินทินนิตสกุล *Favella* เป็นส่วนประกอบ

13. โคพีพอดและหนอนธนู: จากการศึกษาการกินอาหารของทินทินนิตบริเวณ Guanabara Bay ประเทศบราซิล พบว่าหนอนธนูเป็นผู้ล่าที่สำคัญของโคพีพอด ซึ่งในทางเดินอาหารของหนอนธนูชนิด *Sagitta enflata* พบโคพีพอดเป็นส่วนประกอบถึงร้อยละ 74.6 ของอาหารในทางเดินอาหารทั้งหมด

## บทที่ 5

### สรุปผลการศึกษา

การศึกษาซิลิเกตกลุ่มทินทินนิตบริเวณปากคลองประมง ต. พันท้ายนรสิงห์ อ. เมือง จ. สมุทรสาคร ตั้งแต่ต้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน 2555) ถึงปลายฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ (ตุลาคม 2556) พบทินทินนิตทั้งหมด 31 ชนิด 12 สกุล มีดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 0.53 – 1.03 ความชุกชุมของทินทินนิตเปลี่ยนไปในแต่ละฤดูกาล มีช่วงกว้างตั้งแต่  $3.50 \times 10^{-1.63} \times 10^3$  เซลล์/ลิตร ฤดูที่ทินทินนิตมีความหนาแน่นต่ำที่สุดคือช่วงระหว่างมรสุม และฤดูที่มีความหนาแน่นของทินทินนิตสูงที่สุดคือช่วงปลายมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงที่สุดคือทินทินนิตสกุล *Tintinnidium* sp. ซึ่งความหนาแน่นของทินทินนิตในฤดูกาลนี้มีความสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนคลอโรฟิลล์ เอ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้จะไม่พบความสัมพันธ์โดยตรงของความหนาแน่นของทินทินนิตกับปัจจัยทางกายภาพ แต่เมื่อนำปัจจัยทางกายภาพมาใช้จัดกลุ่มประชากรโดยวิธี MDS พบว่าสามารถแบ่งประชากรออกเป็น 4 กลุ่มชัดเจน โดยมีแนวโน้มว่ากลุ่มประชากรจากฤดูกาลเดียวกันส่วนใหญ่แล้วจะอยู่กลุ่มเดียวกัน นอกจากนี้ การจัดกลุ่มประชากรโดยปัจจัยทางกายภาพยังแสดงให้เห็นว่าปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นผู้ล่ายังมีผลต่อกลุ่มประชากรด้วย เนื่องจากทินทินนิตเป็นผู้ล่าที่สำคัญของแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก และยังเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์เช่น โคพีพอด ทำให้ทินทินนิตเป็นจุดเชื่อมต่อที่ส่งผ่านพลังงานจากแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กไปสู่ผู้ล่าระดับสูงกว่าในสายใยอาหารบริเวณนี้ เช่นเดียวกัน

## รายการอ้างอิง

- Admiraal, W., and Venekamp, L.A.H. 1986. Significance of tintinnid grazing during blooms of *Phaeocystis pouchetii* (haptophyceae) in Dutch coastal waters. Netherlands Journal of Sea Research 20: 61-66.
- Agatha, S., and Struder-Kypke, M.C. 2007. Phylogeny of the order Choreotrichida (Ciliophora, Spirotricha, Oligotrichea) as inferred from morphology, ultrastructure, ontogenesis, and SSrRNA gene sequences. Eur J Protistol 43: 37-63.
- Angsupanich, S. 1997. Seasonal Variation of Zooplankton in Thale Sap Songkhla, Southern Thailand. Journal of the National Research Council Thailand 29: 21.
- Arar, E.J., and Collins, G.B. 1997. Method 445.0, In vitro determination of chlorophyll a and pheophytin a in marine and freshwater algae by fluorescence, revision 1.2. Cincinnati, Ohio, U.S. : Environmental Protection Agency National Exposure Research Laboratory, Office of Research and Development.
- Bachy, C., Gomez, F., Lopez-Garcia, P., Dolan, J.R., and Moreira, D. 2012. Molecular phylogeny of tintinnid ciliates (Tintinnida, Ciliophora). Protist 163: 873-87.
- Barber, R.T. 2007. Picoplankton Do Some Heavy Lifting. Science 315: 777-778.
- Boltovskoy, D. 1999. South Atlantic zooplankton. Backhuys.
- Bruno, E., Andersen Borg, C.M., and Kiørboe, T. 2012. Prey Detection and Prey Capture in Copepod Nauplii. PLoS ONE 7: e47906.
- de Cao, M.S.B., Beigt, D., and Piccolo, C. 2005. Temporal variability of diversity and biomass of tintinnids (Ciliophora) in a southwestern Atlantic temperate estuary. Journal of Plankton Research 27: 1103-1111.
- Dolan, J., Lemée, R., Gasparini, S., Mousseau, L., and Heyndrickx, C. 2006. Probing Diversity in the Plankton: Using Patterns in Tintinnids (Planktonic Marine Ciliates) to Identify Mechanisms. Hydrobiologia 555: 143-157.

- Dolan, J.R., Claustre, H., Carlotti, F., Plounevez, S., and Moutin, T. 2002. Microzooplankton diversity: relationships of tintinnid ciliates with resources, competitors and predators from the Atlantic Coast of Morocco to the Eastern Mediterranean. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers 49: 1217-1232.
- Dolan, J.R., and Gallegos, C.L. 2001. Estuarine diversity of tintinnids (planktonic ciliates). Journal of Plankton Research 23: 1009-1027.
- Gifford, D.J., and Dagg, M.J. 1988. Feeding of the Estuarine Copepod *Acartia Tonsa* Dana: Carnivory VS. Herbivory in Natural Microplankton Assemblages. Bulletin of Marine Science 43: 458-468.
- Gómez, F. 2007. Trends on the distribution of ciliates in the open Pacific Ocean. Acta Oecologica 32: 188-202.
- Hada, Y. 1964. New Species of the Tintinnida Found from the Inland Sea. Bulletin Suzugamine Women's College, Natural Sciences 11: 1-4.
- Heinbokel, J.F. 1978. Studies on the functional role of tintinnids in the Southern California Bight. I. Grazing and growth rates in laboratory cultures. Marine Biology 47: 177-189.
- Ingrid, G., Andersen, T., and Vadstein, O. 1996. Pelagic food webs and eutrophication of coastal waters: Impact of grazers on algal communities. Marine Pollution Bulletin 33: 22-35.
- Kamiyama, T. 1997. Effects of Phytoplankton Abundance on Excystment of Tintinnid Ciliates from Marine Sediments. Journal of Oceanography 53: 229-302.
- Kamiyama, T., and Aizawa, Y. 1992. Effects of Temperature and Light on Tintinnid Excystment from Marine Sediments. Nippon Suisan Gakkaishi 58: 877-884.
- Kamiyama, T., and Tsujino, M. 1996. Seasonal Variation in the Species Composition of Tintinnid Ciliates in Hiroshima Bay, the Seto Inland Sea of Japan. Journal of Plankton Research 18: 15.



- Kiørboe, T., and Titelman, J. 1998. Feeding, prey selection and prey encounter mechanisms in the heterotrophic dinoflagellate *Noctiluca scintillans*. Journal of Plankton Research 20: 1615-1636.
- Lee, J.-B., and Kim, Y.-H. 2010. Distribution of Tintinnids (Loricata Ciliates) in East Asian Waters in Summer. Coastal Environmental and Ecosystem Issues of the East China Sea 8.
- Lee, J.J., Leedale, G.F., and Bradbury, P. 2000. An Illustrated Guide to The Protozoa. 2. Lawrence, USA.: Society of Protozoologists.
- Marshall, S.M. 1969. Protozoa. Order: Tintinnida. Conseil International Pour L'exploration de La Mer, Zooplankton Sheets 117-127.
- Pierce, R.W., and Turner, J.T. 1993. Global biogeography of marine tintinnids. Marine Ecology Progress Series 94: 11-26.
- Saito, H., and Kiørboe, T. 2001. Feeding rates in the chaetognath *Sagitta elegans*: effects of prey size, prey swimming behaviour and small-scale turbulence. Journal of Plankton Research 23: 1385-1398.
- Sifford Pearre, J. 1981. Feeding by Chaetognatha: Energy Balance and Importance of Various Components of the Diet of *Sagitta elegans* Marine Ecology Progress Series 5: 45-54.
- Smalley, G.W., and Coats, D.W. 2002. Ecology of the red-tide dinoflagellate *Ceratium furca*: distribution, mixotrophy, and grazing impact on ciliate populations of Chesapeake Bay. J Eukaryot Microbiol 49: 63-73.
- Stoecker, D.K., and Capuzzo, J.M. 1990. Predation on Protozoa: its importance to zooplankton. Journal of Plankton Research 12: 891-908.
- Stoecker, D.K., and Egloff, D.A. 1987. Predation by *Acartia tonsa* Dana on planktonic ciliates and rotifers. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 110: 53-68.
- Urrutxurtu, I. 2004. Seasonal succession of tintinnids in the Nervión River estuary, Basque Country, Spain. Journal of Plankton Research 26: 307-314.

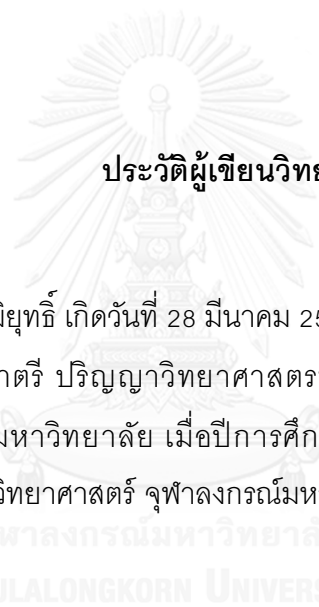
Uye, S.-i., Nagano, N., and Tamaki, H. 1996. Geographical and seasonal variations in abundance, biomass and estimated production rates of microzooplankton in the Inland Sea of Japan. *Journal of Oceanography* 52: 689-703.

Verity, P.G. 1985. Grazing, respiration, excretion, and growth rates of tintinnids. *Limnology and Oceanography* 30: 1268-1282.

อัศจรรย์ภรณ์ เปี่ยมสมบุญรณ์, 2545. แพลงก์ต่อนพีชขนาดเล็กในระบบนิเวศป่าชายเลนของไทย. *ประชากรและทรัพยากรชายฝั่งทะเล (รวมบทความวิชาการ)* 287: 197-210.

ศิริมาศ สุขประเสริฐ, 2549. องค์ประกอบและความชุกชุมของแพลงก์ต่อนสัตว์กลุ่มโพรโทซัวบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา. มหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.





### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวทัศนธร ภูมิยุทธ์ เกิดวันที่ 28 มีนาคม 2532 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จ  
การศึกษาระดับชั้นปริญญาตรี ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตจากภาควิชาชีววิทยา คณะ  
วิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2553 เข้าศึกษาต่อในภาควิชา  
วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2554