รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการผลิตลูกพันธุ์หอยนางรม บริเวณแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง

Relationship between Environmental Factor on Larvae Oyster Production at Phang Rat River, Rayong Province

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชลี ไพบูลย์กิจกุล

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้

จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ 2560A10803026

สัญญาเลขที่ 70/ 2560

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการผลิตลูกพันธุ์หอยนางรม บริเวณแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง

Relationship between Environmental Factor on Larvae Oyster Production at Phang Rat River, Rayong Province

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชลี ไพบูลย์กิจกุล

คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

กันยายน พ.ศ. 2562

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 70/2560

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุน และช่วยเหลือ จากคณะเทคโนโลยีทางทะเล ทำให้การวิจัยดำเนินไปได้อย่างราบรื่น คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ อีกทั้งขอขอบคุณ คุณสุดาพร สมร คุณอนุธิดา ฉิมภู และคุณฐิติพงศ์ นาคสกุล ที่ช่วยในการเก็บตัวอย่าง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล

หัวหน้าโครงการวิจัยฯ

กันยายน 2562

Acknowledgment

This work was financially supported by the Research Grant of Burapha University through National Research Council of Thailand (Grant no. 70/2560).

We would like to thank you for give your supported. This research has supported by faculty of marine technology, Burapha University. Survey sampling in the field was helped by Miss Sudaporn Samorn Miss Anutida Chumpu and Mr. Titipong Naksakul.

Assisstant Professor Benjamas Paibulkichakul

Head of researcher

September 2019

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตลูกหอยนางรมบริเวณแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง ระยะเวลาในการศึกษาวิจัยทั้งสิ้น 12 เดือน โดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง เป็นตัวแทนแต่ละฤดูกาล ได้แก่ ฤดูหนาว (ธันวาคม และกุมภาพันธ์) ฤดูร้อน (เมษายน และมิถุนายน) และฤดูฝน (สิงหาคม และตุลาคม) เก็บตัวอย่างน้ำในช่วงเวลาน้ำขึ้น พารามิเตอร์ที่เก็บคือ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ ธาตุอาหาร (แอมโมเนีย ไนไตร์ท ไนเตรต ปริมาณฟอสเฟตละลายน้ำ และ ปริมาณซิลิเกตละลายน้ำละลายน้ำ) ตะกอนแขวนลอย อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าดีโอ พีเอช ความลึก ความโปร่งแสง เป็นต้น ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งระบุให้ตรงพิกัดโดยเครื่อง GPS เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ โดยการตักน้ำจากแต่ละสถานีๆ ละประมาณ 50 ลิตร ลึกลงไปจากผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร นำน้ำมากรองผ่านถุงแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ขนาด 21 และ 55 ไมครอน ตามลำดับ

ผลการศึกษาพบว่า พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 49 สกุล โดยมาจาก 5 ดิวิชั่น ดังนี้ 1) Division Bacillariophyta จำนวน 27 สกุล 2) Division Chlorophyta จำนวน 9 สกุล 3) Division Dinophyta จำนวน 6 สกุล 4) Division Cyanophyta จำนวน 5 สกุล และ 5) Division จำนวน 2 สกุล โดยความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชพบได้มากที่สุด และน้อยที่สุดในฤดูหนาว และ ฝน เท่ากับ 33,762,531 และ 6,985,740 Cell/L ตามลำดับ พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชว่ามีแนวโน้มมากขึ้นในบริเวณปากแม่น้ำพังราดโดยในสถานีที่ 3 และ 4 เท่ากับ 32,582,897 และ 21,224,438 Cell/L ตามลำดับ ผลการศึกษาแนวโน้มสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชที่พบจากการศึกษา พบว่าไฟลัม Bacillariophyta เป็นชนิดเด่นพบได้ในสัดส่วนที่สูงตั้งแต่ร้อยละ 70 เป็นต้นไป รองลงมาตามลำดับได้แก่ ไฟลัม Chlorophyta Dinophyta Cyanophyta และ Chrysophyta ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชกับออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเท่ากับ 0.33 และ ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชกับความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.42

ความหลากหลายแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 9 Phylum 11 Class 12 Order 8 Family ดังนี้ 1) Phylum Protozoa 2) Phylum Cnidaria 3) Phylum Chaetognatha 4) Phylum Annelida 5) Phylum Arthropoda 6) Phylum Mollusca 7) Phylum Chordata 8) Phylum Echinodermata และ 9) Phylum Rotifer พบว่าฤดูฝน มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุด (217,560.8 Unit/L) และฤดูร้อนน้อยที่สุด (71,297.63 Unit/L) ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธี PCA พบว่าทั้ง 3 ฤดู พบแพลงก์ตอนสัตว์ได้ในความหนาแน่นที่มากในไฟลัม Arthropoda Mollusca Annelida และ Chordata ตามลำดับ ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ตาม

สถานี พบว่าเรียงลำดับจากสถานีที่พบในปริมาณมากไปหาน้อย ได้แก่ สถานีที่ 1 2 4 และ 3 เท่ากับ 24,8860.7 81,247.5 37,701.59 33,244.75 Unit/L ตามลำดับ

ผลการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นแอมโมเนียทั้ง 3 ฤดูกาลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีแนวโน้มพบว่า ความเข้มข้นแอมโมเนียเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้แก่ ฤดูฝน ฤดูร้อน และฤดูหนาว เท่ากับ 0.158 0.084 และ 0.083 mg-N/L ความเข้มข้นแอมโมเนียในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า ในสถานีที่ 2 มีค่าสูงมากที่สุด แต่ความเข้มข้นของไนไตร์ทและไนเตรทไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งในเชิงฤดูกาล และเชิงสถานี สำหรับความเข้มข้นของฟอสเฟตละลายน้ำพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นของฟอสเฟตละลายน้ำเรียงจากความเข้มข้นมากไปหาน้อยได้แก่ ในฤดูฝน ร้อน และหนาว มีค่าเท่ากับ 0.025 ± 0.002 0.020 ± 0.004 และ 0.018 ± 0.002 mg-P/L ตามลำดับ หากพิจารณาความเข้มข้นเฉลี่ยของฟอสเฟตละลายน้ำในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นที่มากที่สุดพบในสถานีที่ 2 เท่ากับ 0.021 ± 0.002 mg-P/L และ สถานีที่ความเข้มข้นน้อยที่สุดคือ สถานีที่ 3 เท่ากับ 0.017 ± 0.003 mg-P/L ตามลำดับ

ความเข้มข้นเฉลี่ยของซิลิเกตละลายน้ำตามฤดูกาลพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นของซิลิเกตละลายน้ำเรียงจากความเข้มข้นมากไปหาน้อยได้แก่ ในฤดูฝน ร้อน และหนาว มีค่าเท่ากับ 0.237 ± 0.018 0.201 ± 0.051 และ 0.187 ± 0.082 mg-Si/L ตามลำดับ หากพิจารณาความเข้มข้นเฉลี่ยของซิลิเกตละลายน้ำในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นที่มากที่สุดพบในสถานีที่ 2 เท่ากับ 0.24 2± 0.052 mg-P/L และ สถานีที่ความเข้มข้นน้อยที่สุดคือ สถานีที่ 3 เท่ากับ 0.166 ± 0.067 mg-Si/L ตามลำดับ ปริมาณเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยในน้ำตามฤดูกาล พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีปริมาณเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยในน้ำเรียงจากมากไปหาน้อยได้แก่ ฤดูฝน ร้อน และ หนาว เท่ากับ 0.117 ± 0.027 0.108 ± 0.011 และ 0.058 ± 0.007 mg/L ตามลำดับ หากพิจารณาปริมาณเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยในน้ำในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า ปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นที่มากที่สุดพบในสถานีที่ 1 เท่ากับ 0.112 ± 0.039 mg/L และ สถานีที่ความเข้มข้นน้อยที่สุดคือ สถานีที่ 3 เท่ากับ 0.082 ± 0.024 mg/L ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแอมโมเนียกับอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 0.47 ความสัมพันธ์ระหว่างแอมโมเนียกับออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเท่ากับ -0.48 ความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสกับซิลิเกตมีค่าเท่ากับ 0.28 และ ความสัมพันธ์ระหว่างซิลิเกต และความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.24

คำสำคัญ: แพลงก์ตอน, คุณภาพน้ำ, ความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม, หอยนางรม, แม่น้ำพังราด, จังหวัดระยอง

Abstract

The purpose of this study was to study the relationship between factors affecting oyster production in the Pang Rat River in Rayong province. The duration of the study was 12 months. Samples were collected in each season including winter (December and February), summer (April and June) and the rainy season (August and October). Water samples were collected during high tide. The collected parameters were phytoplankton, zooplankton, nutrients (ammonia, nitrite, nitrate, dissolved phosphate, dissolved silicate), suspended solids, temperature, salinity, DO, depth, and transparency — the coordinates for the sampling station set by GPS. Collecting phytoplankton and zooplankton were done by collected 30 cm deep from the water surface amount 50 liters filtered by the 21-micron phytoplankton and 55-micron zooplankton nets.

The results showed that 49 phytoplankton were found from 5 divisions, including 27 species of Division Bacillariophyta, nine species of Division Chlorophyta, six species of Division Dinophyta, five species of Division Cyanophyta, and two species of Division Chrysophyta. The highest and lowest density of phytoplankton was found in winter and the rainy season as 3.37 x 107 and 6.98 x 106 cell/L, respectively. The density of phytoplankton was increase likely in the estuary of the Pang Rat River, with stations 3 and 4 equal to 3.25 x 107 and 2.12 x 107 cell/L respectively. Bacillariophyta was the dominant group, found in a high proportion from 70%, followed by Chlorophyta, Dinophyta Cyanophyta, and Chrysophyta, respectively. The correlation analysis of phytoplankton diversity and dissolved oxygen was 0.33, and the correlation between phytoplankton diversity and salinity was 0.42.

Zooplankton at Phangrad River, Rayong Province found 9 Phylum, 11 Class, 12 Order, and 8 Family as follows 1) Phylum Protozoa, 2) Phylum Cnidaria, 3) Phylum Chaetognatha, 4) Phylum Annelida, 5) Phylum Arthropoda, 6) Phylum Mollusca, 7) Phylum Chordata, 8) Phylum Echinodermata, and 9) Phylum Rotifer. The highest and lowest density of phytoplankton was found in the rainy season and summer as 2.17 x 105 and 7.13 x 104 unit/L, respectively. The data analyzed by PCA showed that zooplankton density was very

high in Phylum Arthropoda, Mollusca, Annelida, and Chordata, respectively in all season. The density of zooplankton the station found in station 1 and followed by station 2, 4, and 3 as 2.48 x 104, 8.12 x 104, 3.77 x 104, and 3.32 x 104 unit/L, respectively.

Ammonia was not significantly differenced ($p>0.05$) in all season. Ammonia was in the rainy season, summer and winter as 0.158, 0.084, and 0.083 mg-N / L, in descending order. Station 2 had the highest ammonia. Nitrite, nitrate, and dissolved phosphate were not significantly different ($p>0.05$) both in season and at the station. Dissolved phosphate was the rainy season, summer and winter as 0.025 ± 0.002, 0.020 ± 0.004, and 0.018 ± 0.002 mg-P/L, in descending order. The highest and lowest dissolved phosphates were found at station 2 and 3 as 0.021 ± 0.002 and 0.017 ± 0.003 mg-P/L, respectively.

Dissolved silicate had not significantly different ($p>0.05$) both in season and at the station. Dissolved silicate was in the rainy season, summer and winter as 0.237 ± 0.018, 0.201 ± 0.051, and 0.187 ± 0.082 mg-Si/L, in descending order. The highest and lowest dissolved silicates were found at station 2 and 3 as 0.24 2± 0.052 and 0.166 ± 0.067 mg-Si/L, respectively. Total suspended solids (TSS) had significantly different ($p<0.05$) in season. TSS was in the rainy season, summer and winter as 0.117 ± 0.027, 0.108 ± 0.011, and 0.058 ± 0.007 mg/L, in descending order. TSS had not significantly different ($p>0.05$) at the station. The highest and lowest dissolved silicates were found at station 1 and 3 as 0.112 ± 0.039 and 0.082 ± 0.024 mg-Si/L, respectively. Correlation analysis between ammonia and temperature, ammonia and dissolved oxygen, dissolved phosphate and dissolved silicate, and dissolved phosphate and salinity were 0.47, -0.48, 0.28, and 0.24, respectively.

Key words: Plankton, Water Quality, Environmental factors, Oysters, Phang Rat river, Rayong Province

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ	.....	ก
Acknowledgement	.....	ข
บทคัดย่อ	.....	ค
Abstract	.....	จ
สารบัญ	.....	ช
สารบัญภาพ	.....	ซ
สารบัญตาราง	.....	ญ
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	เนื้อเรื่องและวิธีดำเนินการศึกษา	15
บทที่ 3	อภิปรายผลการศึกษา	52
บทที่ 4	สรุป และ ข้อเสนอแนะ	65
บทที่ 5	ผลผลิต	67
รายงานการเงิน	.....	75
บรรณานุกรม	.....	76
ภาคผนวก ก	.....	81
ภาคผนวก ข	.....	82
ภาคผนวก ค	.....	84
ประวัติผู้วิจัย	.....	86

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1 - 1	หอยนางรมสกุลต่างๆ ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ	3
2 - 1	ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช	15
2 - 2	กระบอกเก็บน้ำแบบ Van Dorn เพื่อเก็บน้ำ	18
2 - 3	อุปกรณ์การกรองน้ำเพื่อการวิเคราะห์สารประกอบไนโตรเจน	18
2 - 4	ความเข้มข้นเฉลี่ยของแอมโมเนียแต่ละฤดูกาล	23
2 - 5	ความเข้มข้นเฉลี่ยของแอมโมเนียแยกตามสถานี	23
2 - 6	ความเข้มข้นเฉลี่ยของไนไตร์ทแต่ละฤดูกาล	24
2 - 7	ความเข้มข้นเฉลี่ยของไนไตร์ทแยกตาม สถานี	24
2 - 8	ความเข้มข้นเฉลี่ยของไนเตรทแต่ละฤดูกาล	25
2 - 9	ความเข้มข้นเฉลี่ยของไนเตรทรวมแยกตามสถานี	25
2 - 10	ความเข้มข้นสารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำแยกตามสถานี	26
2 - 11	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารอนินทรีย์ไนโตรเจน ตามฤดูกาล ...	27
2 - 12	แนวโน้มของคุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาแต่ละสถานี	27
2 - 13	ค่าการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสารอนินทรีย์ไนโตรเจนในน้ำกับปัจจัย .	28
2 - 14	ความเข้มข้นของฟอสเฟตละลายน้ำตามฤดูกาล	29
2 - 15	ความเข้มข้นของฟอสเฟตละลายน้ำตามสถานี	29
2 - 16	ความเข้มข้นของซิลิเกตละลายน้ำตามฤดูกาล	30
2 - 17	ความเข้มข้นของซิลิเกตละลายน้ำตามสถานี	30
2 - 18	ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำแต่ละฤดูกาลตลอดการศึกษา	31
2 - 19	ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำแต่ละสถานีตลอดการศึกษา	31
2 - 20	การวิเคราะห์แยกตามฤดูกาลของค่าความสัมพันธ์สารอาหารและปัจจัย	32
2 - 21	การวิเคราะห์แยกตามสถานีของค่าความสัมพันธ์สารอาหาร และปัจจัย	32
2 - 22	ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและปัจจัยแวดล้อม	33
2 - 23	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชพิจารณาตามฤดูกาล	35
2 - 24	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชพิจารณาตามฤดูกาลด้วย PCA	35
2 – 25	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชพิจารณาตามฤดูกาล	36
2 – 26	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชพิจารณาตามฤดูกาลด้วย PCA	36
2 – 27	สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชพิจารณาตามสถานี	37
2 – 28	ค่า Species Richness ตามสถานี	38
2 - 29	ค่า Evenness Index ตามสถานี	39

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2 – 30	ค่า Biodiversity Index ตามสถานี	40
2 – 31	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบตลอดระยะเวลาทำการศึกษา	44
2 - 32	ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบกับฤดูกาล	44
2 – 33	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบพิจารณาตามสถานี	45
2 – 34	ความสัมพันธ์แพลงก์ตอนสัตว์กับสถานีการเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลา	45
2 – 35	อัตราส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ (%) ตลอดระยะเวลาที่ทำ	46
2 – 36	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ตลอดการศึกษานำเสนอด้วย GIS	47
2 – 37	ดัชนีความมากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ตามฤดูกาล	48
2 – 38	ดัชนีความมากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ตามสถานีตลอดการศึกษา	48
2 – 39	ดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนสัตว์ตามฤดูกาล	49
2 – 40	ดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนสัตว์ตามสถานีเก็บตัวอย่าง	49
2 – 41	ค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ตามฤดูกาล	50
2 - 42	ค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ตามสถานี	50
2 – 43	ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนสัตว์กับปัจจัยแวดล้อม	51
ภาคผนวก ก - 1	การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ แม่น้ำพังราด จ.ระยอง .	81
ภาคผนวก ข - 1	ตัวอย่างของแพลงก์ตอนพืช บางส่วนที่พบจากการ แม่น้ำพังราด จ. ระยอง	82
ภาคผนวก ค - 1	ตัวอย่างของแพลงก์ตอนสัตว์ บางส่วนที่พบจากการแม่น้ำพังราด จ. ระยอง	84

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 - 1	สถิติการเพาะเลี้ยงหอยนางรมบริเวณจังหวัดจันทบุรี และตราด	6
2 – 1	พิกัดภูมิศาสตร์ของสถานีเก็บตัวอย่าง	16
2 - 2	วิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารอนินทรีย์ในน้ำ และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง .	19
2 – 3	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสารอนินทรีย์ไนโตรเจนในน้ำกับปัจจัยแวดล้อม	28
2 - 4	ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและปัจจัยแวดล้อม	33
2 – 5	ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณปากแม่น้ำพังราด	34
2 - 6	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและปัจจัยแวดล้อม .	41
2 – 7	ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบบริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง	43
2 - 8	ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนสัตว์กับปัจจัยแวดล้อม	51
3 – 1	เปรียบเทียบดัชนีทางนิเวศของแพลงก์ตอนสัตว์กับการศึกษาอื่นๆ	59

บทที่ 1
บทนำ (Introduction)

1 ความสำคัญ และโจทย์ที่มาของการวิจัย

หอยนางรมถือได้ว่าเป็นอาหารทะเลที่คนไทยนิยมกินมากชนิดหนึ่ง เนื่องจากราคาไม่ถือว่าแพงมากนัก และหารับประทานได้ไม่ยากเกินไป การเพาะเลี้ยงหอยนางรมนั้นประเทศไทยทำกันมาหลายปีต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามการล่อลูกหอยธรรมชาติเพื่อเลี้ยงส่งขายให้ผู้ประกอบการต่อไปนับว่ามีรายได้ดี เลี้ยงครอบครัวได้ ในการศึกษานี้จะสำรวจที่แม่น้ำพังราด ซึ่งเป็นแม่น้ำขนาดเล็กที่กั้นเขตจังหวัดจันทบุรีและระยอง บริเวณปากแม่น้ำจนถึงตอนกลางของแม่น้ำพังราดจะมีแพล่อลูกหอยนางรมเป็นจำนวนมากตลอดสองฝั่งแม่น้ำ การเพาะเลี้ยงลูกหอยนางรมโดยการใช้เบี้ยล่อลูกหอยจากธรรมชาติได้นั้น พื้นที่ที่สามารถจะทำกิจกรรมนี้ได้ต้องเป็นพื้นที่ที่มีสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตตามธรรมชาติของลูกหอยนางรม ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมไปจากเดิม อาจทำให้เกิดการความเสื่อมโทรมของทรัพยากรชายฝั่งทะเล ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการดำรงอยู่ของชุมชนบริเวณปากแม่น้ำพังราด ซึ่งการเพาะเลี้ยงลูกหอยนางรมเหล่านี้เป็นตัวขับดันเศรษฐกิจภายในชุมชนทำให้ชาวบ้านในพื้นที่สามารถประกอบอาชีพมีรายได้เลี้ยงครอบครัวอย่างเพียงพอ ไม่ต้องอพยพย้ายถิ่นฐานไปทำงานตามเมืองใหญ่ ทำให้ชุมชนเกิดความเข้มแข็ง

โครงการวิจัยนี้มุ่งที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม (แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ ปริมาณตะกอนแขวนลอย และตะกอนท้องน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์ในดิน และ ธาตุอาหารไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟตในน้ำ) ที่มีผลต่อการเป็นแหล่งเพาะอนุบาลลูกหอยนางรมที่มีกำลังการผลิตสูงมากแหล่งหนึ่ง เพื่อเป็นแนวทางการจัดการ การใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมของแหล่งน้ำต่างๆ กับคนในชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป

2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อประเมินแพลงก์ตอนพืชในบริเวณแหล่งเพาะพันธุ์ลูกหอยนางรมของแม่น้ำพังราด จ. ระยอง
2. เพื่อประเมินแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณแหล่งเพาะพันธุ์ลูกหอยนางรมของแม่น้ำพังราด จ. ระยอง
3. เพื่อประเมินตะกอนแขวนลอยในบริเวณแหล่งเพาะพันธุ์ลูกหอยนางรมของแม่น้ำพังราด จ. ระยอง
4. เพื่อประเมินธาตุอาหารไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัสในบริเวณแหล่งเพาะพันธุ์ลูกหอยนางรมของแม่น้ำพังราด จ. ระยอง

3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การศึกษานี้มีระยะเวลา 1 ปี โดยเก็บตัวอย่างใน ฤดูร้อน ฝน และหนาว ในแต่ละฤดูนั้นจะเก็บในช่วงเวลาน้ำขึ้น และน้ำลงเปรียบเทียบกัน พารามิเตอร์ที่เก็บคือ 1) phytoplankton 2) zooplankton 3) total suspended solid และ 4) สารประกอบไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต ในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างจะเก็บพารามิเตอร์ต่างๆ ประกอบด้วย ดังนี้ ความเค็ม อุณหภูมิ ความลึก ค่าความโปร่งแสง พีเอช ค่าดีโอ เป็นต้น

เมื่อเก็บข้อมูลครบ 1 ปี แล้ว นำผลการวิเคราะห์นั้นมาเปรียบเทียบด้วยวิธีทางสถิติแบบต่างๆ ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปัจจัยต่างๆ (เช่น ชนิด และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ ปริมาณตะกอนแขวนลอย ปริมาณสารประกอบไนโตรเจน และปริมาณออร์โธ

ฟอสเฟต) ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และ Duncan New's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ (เช่น ชนิด และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ชนิด และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ ปริมาณตะกอนแขวนลอย ปริมาณสารประกอบไนโตรเจน และ ปริมาณออร์โธฟอสเฟต) ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ (Correlation analysis) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA) (Crawley, 2005)

โครงการวิจัยนี้ ผู้วิจัยพยายามพบปะชุมชน จึงได้โจทย์จากชุมชน ซึ่งการได้รับโจทย์วิจัยจากชุมชน จากชาวบ้านจะนำสู่การแก้ไขปัญหา การตระเตรียมตัวสู่การพัฒนาที่ร่วมแรงร่วมใจต่อไป จากผลการศึกษานี้ จะทำให้ทราบว่ามีเหตุปัจจัยใดบ้างที่ส่งเสริมให้แม่น้ำพังราดเป็นแหล่งอนุบาลลูกหอยนางรมที่สำคัญของภาคตะวันออก

4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลการประเมินแพลงก์ตอนพืชในบริเวณแหล่งเพาะพันธุ์ลูกหอยนางรมของแม่น้ำพังราด จ. ระยอง
2. ได้ผลการประเมินแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณแหล่งเพาะพันธุ์ลูกหอยนางรมของแม่น้ำพังราด จ. ระยอง
3. ได้ผลการประเมินตะกอนแขวนลอยในบริเวณแหล่งเพาะพันธุ์ลูกหอยนางรมของแม่น้ำพังราด จ. ระยอง
4. ได้ผลการประเมินธาตุอาหารไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัสในบริเวณแหล่งเพาะพันธุ์ลูกหอยนางรมของแม่น้ำพังราด จ. ระยอง

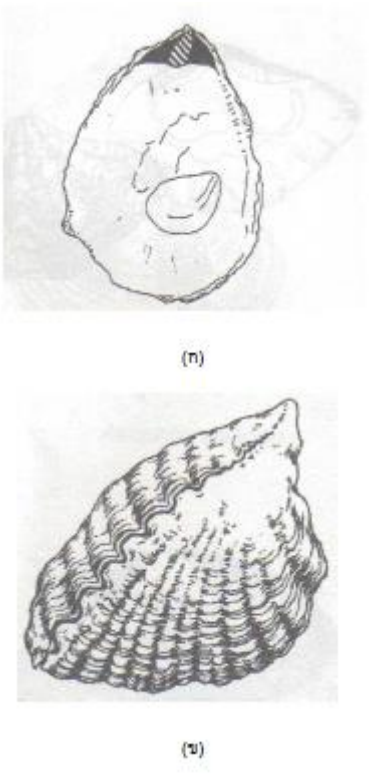
5 การตรวจสอบเอกสารงานวิจัย

5.1 แนวคิดการวิจัย

ชุมชนปากแม่น้ำพังราดมีอาชีพหลักด้านการประมงและการเพาะเลี้ยงลูกหอยนางรมโดยการล่อลูกหอยนางรมจากธรรมชาติ สร้างรายได้เลี้ยงครอบครัว การเพาะเลี้ยงลูกหอยนางรมโดยการล่อลูกหอยนางรมจากธรรมชาติ ชุมชนปากแม่น้ำพังราดจะต้องช่วยกันอนุรักษ์ทรัพยากรชายฝั่งทะเลบริเวณนั้นให้มีความเป็นธรรมชาติเพื่อให้ตัวอ่อนของหอยสามารถเกิดและมีชีวิตรอด และพร้อมที่จะเจริญเติบโตได้ในบริเวณดังกล่าว การดำรงอยู่ของชุมชนปากแม่น้ำพังราดขึ้นกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในบริเวณนั้นแล้วได้ผลตอบแทนในรูปของการเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงลูกหอยนางรมขาย ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม และ ความอุดมสมบูรณ์ของการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ลูกหอยนางรม โดยจะศึกษาความสัมพันธ์ในหลายมิติทั้งแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ ปริมาณสารแขวนลอย และธาตุอาหารในน้ำ (สารประกอบไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส)

5.2 ชีววิทยาของหอยนางรม

หอยนางรมเป็นหอยสองฝาที่พบอยู่ตามชายฝั่งทะเล โดยเกาะอยู่ตามโขดหิน หรือรากไม้ มีหลายชนิดอยู่ได้ตั้งแต่ความเค็มต่ำจนถึงความเค็มสูง หอยนางรมจัดอยู่ในอนุกรมวิธาน ดังนี้ (Vaught, 1989 อ้างถึงใน วันทนา อยู่สุข, 2541)



ภาพที่ 1 - 1 หอยนางรมสกุลต่างๆ ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ
(ก) หอยนางรมสกุล *Crassostrea*
(ข) หอยนางรมสกุล *Saccostrea*
ที่มา: (วันทนา อยู่สุข, 2541)

Phylum Mollusca
Class Bivalvia หรือ Pelecypoda
Subclass Pteriomorphia
Order Ostreoida
Family Ostraeidae

หอยนางรมและหอยตะโกรมเปลือกมีบานพับหนาและไม่มีฟัน ตัวหอยไม่มีเท้า ไม่มีท่อน้ำและไม่มีเส้นใย มีกล้ามเนื้อยึดเปลือกอันเดียว กินอาหารโดยการกรองพืชและสัตว์ขนาดเล็กที่มากับกระแสน้ำ อยู่ได้ทั้งในทะเล และบริเวณแหล่งน้ำกร่อย ในธรรมชาติพบตามก้อนหิน เสาปูน รากต้นไม้ที่แช่น้ำอยู่ หรือวัสดุทุกชนิดที่อยู่ในระดับที่นำท่วมถึง โดยใช้ฝาด้านหนึ่งเชื่อมติดไว้ ซึ่งฝาด้านที่ติดกับวัสดุเป็นอุ้งลึกกว่าอีกฝาหนึ่ง ฝาทั้งสองจึงมีขนาดไม่เท่ากัน หอยที่พบในธรรมชาติจะอยู่กันอย่างเบียดเสียดจึงมีรูปร่างบิดเบี้ยวไปตามพื้นที่ที่เกาะ

5.3 หอยนางรมในประเทศไทยมีกี่ชนิด

หอยนางรม (Oyster) เป็นหอยสองฝาในวงศ์ Ostreidae ฝาทั้งสองด้านมีขนาดไม่เท่ากัน ฝาด้านบนจะใหญ่และแบนบางกว่าฝาด้านล่างซึ่งมีลักษณะเว้าลึกลงคล้ายรูปถ้วย หรือจาน และเป็นส่วนที่มีตัวหอยติดอยู่ รวมถึงยังเป็นด้านที่ยึดติดอยู่กับวัตถุแข็ง เช่น ก้อนหิน รากไม้ และวัสดุยึดเกาะอื่นๆ ที่จมอยู่ในทะเล หอย

นางรมที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทยมี 3 ชนิด ได้แก่ หอยนางรมพันธุ์เล็ก หรือหอยนางรมปากจีบ *(Saccostrea commercialis)* นิยมเลี้ยงกันมากในแถบชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก เช่น จังหวัดชลบุรี จันทบุรีและตราด ส่วนอีก 2 ชนิดที่เหลือเป็นหอยนางรมที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่ หอยตะโกรมกรามขาว *(Crassostrea belcheri)* และหอยตะโกรมกรามดำ *(Crassostrea lugubris)* ซึ่งนิยมเลี้ยงกันมากในแถบชายฝั่งทะเลภาคใต้ (เผดิมศักดิ์ จารยะพันธ์ และคณะ, 2546)

5.4 รูปแบบการเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทย

การเลี้ยงหอยนางรมมีอยู่หลายวิธี แต่ละวิธีความเหมาะสมตามลักษณะภูมิประเทศและดินฟ้าอากาศของแต่ละท้องที่

a. การเลี้ยงบนก้อนหิน

เป็นวิธีการใช้ก้อนหินวางให้ลูกหอยนางรมเกาะเลี้ยงตัวจนได้ขนาดตามความต้องการเป็นวิธีง่ายและทำกันมาแต่โบราณ ซึ่งยังนิยมทำกันแพร่หลายมากจนปัจจุบันนี้

b. การเลี้ยงในกระบะไม้

การเลี้ยงแบบนี้เหมาะสมกับท้องที่ที่เป็นอ่าวเปิดตามบริเวณปากแม่น้ำ หรือบริเวณชายฝั่งของปากแม่น้ำลำคลองที่มีน้ำกร่อยหรือน้ำเค็มท่วมถึงเป็นประจำ กระบะไม้ที่ใช้เป็นรูปเหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดตามความต้องการ

c. การเลี้ยงแบบใช้แท่งซีเมนต์

การเลี้ยงด้วยวิธีนี้อาจเลี้ยงได้ดีในที่มีสภาพเช่นเดียวกับการใช้ก้อนหิน หรือ จะใช้ทั้งสองแบบในบริเวณเดียวกันก็ได้

d. การเลี้ยงโดยใช้หลักไม้

การเลี้ยงด้วยวิธีนี้นับว่าเหมาะสมอย่างยิ่งกับสภาพชายฝั่งทะเลที่มีสภาพเป็นอ่าวเปิดพื้นดินเป็นโคลนอ่อนหรือโคลนปนทราย เป็นแหล่งที่ไม่มีเครื่องกำบัง คลื่นลม

e. การใช้หลอดหรือท่อซีเมนต์

เหมาะสมสำหรับแหล่งเลี้ยงที่มีน้ำท่วมอยู่ตลอดเวลาได้แก่ ที่ตื้นชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำลำคลอง และทะเลสาบ พื้นดินเป็นโคลนหรือโคลนอ่อนปนทราย

f. การเลี้ยงแบบพวงอุบะแขวน

เป็นรูปแบบการเลี้ยงที่นิยมทั่วไปในประเทศญี่ปุ่น อเมริกา และยุโรป เพราะหอยโตเร็ว และให้ผลผลิตสูง

g. การเลี้ยงหอยนางรมแบบอื่น ๆ

นอกจากวิธีการเลี้ยงหอยนางรมที่ได้กล่าวถึงข้างต้นแล้วยังมีการเลี้ยงรูปแบบอื่น ๆ โดยใช้วัสดุการเลี้ยงรูปแบบอื่นที่มีสภาพแข็งแน่นเพื่อการนี้ได้ เช่น ยางรถยนต์ที่ไม่ใช้แล้ว กระเบื้อง ลอนเดี่ยว ลอนคู่ อิฐ อ่าง ไห ตุ่มที่ชำรุดแล้ว นอกจากนี้ในบางประเทศนิยมเลี้ยงหอยนางรมแบบหว่านลงเลี้ยงกับพื้นดิน ในสภาพพื้นดินแข็งเพื่อป้องกันหอยนางรมจมโคลนซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายได้

5.5 การเลือกพื้นที่สำหรับเลี้ยงหอยนางรม

กรมประมง (2548) ทำเลพื้นที่ที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งในการเลี้ยงหอยนางรม หลักเกณฑ์เบื้องต้นที่จะต้องพิจารณาซึ่งมีเหตุผลและความเหมาะสมดังนี้ คือ

1. ควรเป็นแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลท่วมถึง อย่างน้อยเป็นเวลานาน 7-8 เดือน/ปี ไม่อยู่ในอิทธิพลของน้ำจืดไหลท่วมในฤดูฝน จนมีผลให้แหล่งเลี้ยงมีความเค็มต่ำมากเป็นเวลานานซึ่งจะมีผลให้อัตราการตายสูง

2. ควรเป็นแหล่งน้ำที่มีหอยเกิดตามธรรมชาติ สะดวกต่อการจัดหาพันธุ์หอย เพื่อความสะดวกและลดต้นทุนการเลี้ยง

3. แหล่งน้ำที่ใช้เลี้ยงควรปลอดภัยจากกระแสดน้ำและคลื่นลมแรง ที่อาจทำให้วัสดุและส่วนประกอบต่าง ๆ ตลอดจนหอยที่เลี้ยงถูกทำลายเสียหายได้

4. แหล่งเลี้ยงควรอยู่ห่างไกลโรงงานอุตสาหกรรมเหมืองแร่ อันก่อให้เกิดมลพิษที่เป็นอันตรายกับหอยและผู้ที่บริโภคหอย

5. ควรเป็นแหล่งน้ำที่มีกระแสน้ำไหลผ่านและเป็นน้ำที่อุดมด้วยอาหารธรรมชาติกระแสน้ำควรมีความเร็วโดยทั่วไปประมาณ 1 เมตร/วินาที

6. ควรเป็นแหล่งน้ำตื้น สภาพเป็นดินโคลนหรือโคลนปนทราย ความลึกของหน้าดินไม่มากนัก

7. ควรเป็นพื้นที่ที่สะดวกต่อการจัดหาวัสดุในการเลี้ยงหอยได้โดยง่าย

8. ควรเป็นพื้นที่ที่มีการคมนาคมสะดวก ใกล้ตลาด ง่ายต่อการจำหน่ายผลผลิต

5.6 การรวบรวมพันธุ์หอยสำหรับการเลี้ยง

การเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทยยังต้องพึ่งพาลูกหอยจากธรรมชาติ เนื่องจากลูกหอยที่ได้จากการเพาะพันธุ์ยังไม่เพียงพอ การล่อลูกหอยในแต่ละแหล่งเลี้ยงต้องขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ ความสะดวกในการจัดหาวัสดุและการจัดการแปลงเลี้ยงเป็นตัวกำหนด วัสดุที่นิยมใช้ ได้แก่ ไม้ไผ่ ไม้เป้ง ก้อนหิน หลอดซีเมนต์ เปลือกหอยนางรม ยางรถยนต์ แผ่นกระเบื้อง ฯลฯ

นอกจากการใช้วัสดุชนิดต่าง ๆ แล้วการลงเกาะของลูกหอยนางรม ยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำทะเล ความเค็ม ปริมาณแสง การขึ้น-ลงและความเร็วของกระแสน้ำ อิทธิพลของดวงจันทร์ ความลึกของน้ำและตัวของวัสดุล่อ ซึ่งวัสดุที่ใช้ในการล่อนั้นลักษณะของ ผิว สีและความสะอาดเป็นอย่างไร นอกจากนี้ลูกหอยนางรมยังมีพฤติกรรมในการรวมตัว ลูกหอยมักลงเกาะวัสดุล่อที่มีลูกหอยตัวอื่น ๆ เกาะอยู่ก่อนแล้ว ลูกหอยนางรมมักจะเกิดตลอดทั้งปี แต่ส่วนใหญ่ช่วงที่เกิดลูกหอยวัยเกล็ด จะแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่นและลักษณะภูมิประเทศแต่ละแห่ง เช่น จังหวัดสุราษฎร์ธานีเกิดมากในเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม จังหวัดตรังในช่วงเดือนมิถุนายน - ตุลาคม จังหวัดชลบุรีในช่วงเดือน เมษายน - พฤษภาคม และตุลาคม - พฤศจิกายน ของทุก ๆ ปี

5.7 บริบทของแม่น้ำพังราด

แม่น้ำพังราดประกอบด้วยลำน้ำสายสั้นในเขตอำเภอแกลง จังหวัดระยอง และ อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี ไหลมาบรรจบกันแล้วไหลออกสู่ปากน้ำพังราด เป็นแนวเขตระหว่างจังหวัดระยองและจันทบุรี ไหลออกสู่ทะเลที่บ้านกองดิน อำเภอแกลง คุณภาพน้ำโดยทั่วไปของแม่น้ำพังราดอยู่ในเกณฑ์พอใช้แต่ในบางช่วงค่อนข้างเสื่อมโทรม เนื่องจากมีการระบายน้ำทิ้งจากชุมชนลงสู่แม่น้ำ ทำให้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียและความสกปรกในรูปบีโอดีสูงมาก และมีการรุกตัวของน้ำทะเลเข้าไปในแม่น้ำพังราดมากกว่า 10 กม. แม่น้ำพังราดจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำประเภทที่ 4-5 ปากแม่น้ำพังราด คุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นในช่วงฤดูฝนที่มีค่าออกซิเจนละลายน้ำที่มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ปริมาณโลหะหนักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำฯ

บริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก จังหวัดจันทบุรี และจังตราดเป็นแหล่งในการเพาะเลี้ยงหอยนางรม

จากสถิติการเพาะเลี้ยงหอยนางรมบริเวณจังหวัดจันทบุรี และตราด (ตารางที่ 1 - 1) พบว่าแนวโน้มการเพาะเลี้ยงหอยนางรมชายฝั่งทะเลมีการเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการบริโภคหอยนางรมมีความต้องการมากขึ้น ในขณะที่หอยนางรมจากธรรมชาติมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการ

ตารางที่ 1 - 1 สถิติการเพาะเลี้ยงหอยนางรมบริเวณจังหวัดจันทบุรี และตราด

จังหวัด	ปริมาณการเพาะเลี้ยงหอยนางรม (ตัน)		
	2558	2557	2556
จันทบุรี	10,156	5,731	6,996
ตราด	2,700	2,900	3,418

ที่มา: กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง กรมประมง (2558 2559 2560)

5.8 การเลี้ยงหอยในบริเวณแม่น้ำพังราด

การรวบรวมลูกพันธ์หอยนางรมบริเวณแม่น้ำพังราดจะใช้วิธีล่อลูกหอยจากธรรมชาติด้วยเบี้ยทำจากปูนซิเมนต์ โดยลูกหอยมีพฤติกรรมการอยู่รวมกลุ่ม ลูกหอยตามธรรมชาติชอบลงเกาะวัสดุล่อที่มีลูกหอยตัวอื่นเกาะอยู่ก่อน หรือลงเกาะเป็นกลุ่ม การลงเกาะของลูกหอยขึ้นปัจจัยหลายประการ ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำทะเล ความเค็มน้ำทะเล การขึ้นลงของน้ำทะเล ความเร็วกระแสน้ำ ความลึกของน้ำ ความเข้มแสง และวัสดุล่อ

หอยนางรมในประเทศไทยมีการสืบพันธุ์ตลอดปี แต่อาจแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ (สุรชาติ วิชัยดิษฐ, 2552) ในเขตจังหวัดชลบุรีจะพบลูกหอยมากในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม และเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน ในขณะที่บริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานีลูกหอยจะเกิดมากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม ส่วนจังหวัดตรังจะพบลูกหอยในช่วงเดือนมิถุนายน-ตุลาคมของทุกปี (นิพนธ์ ศิริพันธ์, 2553)

การเพาะเลี้ยงลูกหอยนางรมบริเวณปากแม่น้ำพังราดจะเป็นการเลี้ยงแบบพวงอุบะแขวน การวิธีนี้ทำให้ได้ผลผลิตสูง สามารถเลี้ยงแบบหนาแน่นได้ หอยเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว การเลี้ยงแบบพวงอุบะแขวนทำโดยแขวนพวงลูกหอยไว้บนแพโดยพาดบนไม้ไผ่ โดยแพเลี้ยงหอยจะมีขนาดตามความเหมาะสมตามความต้องการของผู้เพาะเลี้ยง ตรึงมุมทั้งสี่ด้วยเชือกเพื่อให้แพอยู่กับที่ การเพาะเลี้ยงด้วยวิธีนี้นิยม ใช้มากบริเวณปากแม่น้ำ หรือคลองที่น้ำทะเลสามารถเข้าถึง

พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงหอยนางรม จะต้องเป็นแหล่งน้ำกร่อย หรือน้ำทะเลท่วมถึง ไม่อยู่ในอิทธิพลของน้ำจืดไหลท่วมในฤดูฝน จนทำให้น้ำมีความเค็มต่ำเป็นเวลานาน เป็นแหล่งที่มีลูกหอยเกิดตามธรรมชาติ ปลอดภัยจากกระแสน้ำและกระแสลม คลื่น ควรมีกระแสน้ำไหลผ่านด้วยความเร็วประมาณ 1 เมตรต่อวินาที และมีอาหารตามธรรมชาติอยู่ห่างไกลจากโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจาก ก่อให้เกิดมลพิษกับแหล่งน้ำ เป็นพื้นที่มีการคมนาคมสะดวก (นิพนธ์ ศิริพันธ์, 2553)

ผลกระทบการสร้างแพเพาะเลี้ยงลูกหอยนางรม ปัญหาสำคัญคือแพเพาะเลี้ยงลูกหอยนางรมเป็นอุปสรรคกีดขวางการคมนาคมทางน้ำ และแพเพาะเลี้ยงลูกหอยนางรมจะช่วยลดความเร็วของกระแสน้ำขึ้นน้ำลง และกระแสน้ำที่ไหลผ่านทำให้เกิดการตกตะกอนทับถม แหล่งน้ำตื้นเขิน

5.9 การกินอาหารของหอยสองฝากับแพลงก์ตอนพืช

หอยนางรมส่วนใหญ่จะกินอาหารโดยวิธีการกรอง เนื่องจากเป็นสัตว์ที่อยู่กับที่ดังนั้นอวัยวะที่ใช้ในการกรองกินอาหารคือ เหงือก (gill) น้ำที่ไหลผ่านเข้ามาในโพรงเยื่อหุ้ม (mantle cavity) จะไหลผ่านเหงือกออกไปทางท่อน้ำออก อาหารหรืออนุภาคต่าสงๆ ซึ่งถูกพัดพามากับน้ำจะติดบนซี่เหงือกซึ่งอาหารที่กรองำด้ได้แก่ ไดอะตอม ซิลิโคแฟคเจลเลค และแพลงก์ตอนพืช จำพวกไดอะตอม สปอร์ของสาหร่ายทะเลเป็นหลัก (สุวัฒน์ ธนานุภาพไพศาล และคณะ, 2541) อาหารที่มีขนาดใหญ่เกินไปจะตกลงมาในโพรงเยื่อหุ้มตอนล่างและถูกขับออกทางท่อน้ำออก ส่วนที่มีขนาดเล็กจะมีเมือกมาคลุมและมีขนเล็กๆ คอยพัดโบกให้อนุภาคเหล่านั้นเข้าสู่ทางเดินอาหารต่อไปได้ อนุภาคที่ไม่สามารถถูกย่อยจะถูกขับออกมาทิ้งทางท่อน้ำออกภายหลัง กระบวนการกรองของหอยสองฝานี้จะเป็นไปได้ด้วยดี และมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเข้าสู่โพรงเยื่อหุ้มมากพอ และตัวหอยอยู่ในน้ำตลอดเวลา ดังนั้นจากการสังเกตพบว่า หากหอยสองฝาที่เลี้ยงอยู่ในน้ำตลอดเวลาจะมีการเจริญเติบโตเร็วกว่าที่อยู่ในเขตระดับน้ำขึ้นน้ำลง

ดังนั้นหากแหล่งน้ำใด ปากแม่น้ำใดที่มีความหลากหลายของแพลงก์ตอนมากพืชมากย่อมมีโอกาสที่จะอนุบาลลูกหอยสองฝา และเลี้ยงลูกหอยสองฝาได้ดีมากกว่าในทางตรงกันข้าม อนึ่งการที่แพลงก์ตอนพืชจะมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยสำคัญคือ ชนิดและปริมาณธาตุอาหารในแหล่งน้ำ ถ้าในแหล่งน้ำใดมีธาตุอาหารมากย่อมทำให้แพลงก์ตอนพืชมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่านั่นเอง ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ศึกษาความสัมพันธ์ปัจจัยของความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช กับชนิดและความเข้มข้นของธาตุอาหารในแหล่งเพาะเลี้ยงหอยของแม่น้ำพังราดด้วย

5.10 ความสำคัญของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ

ธาตุอาหารหรือสารอาหารในแหล่งน้ำมีความสำคัญในด้านการทำให้เกิดผลผลิตเบื้องต้นหรือผลผลิตแพลงก์ตอน ซึ่งเป็นอาหารตามธรรมชาติที่สำคัญของสัตว์น้ำ ฟอสฟอรัสและไนโตรเจนมักเป็นตัวจำกัดผลผลิตของแพลงก์ตอนในแหล่งน้ำ และเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ สารอาหารเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ แหล่งที่สำคัญของสารอาหารได้จากการชะล้างของดินและการพัดพามากับน้ำลงสู่ทะเล โดยสารอาหารที่ได้นั้นพืชจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งสารอาหารที่มีอยู่ในแหล่งน้ำอาจเป็นสารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำ ได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นสารอาหารที่มีความจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตและยังเป็นปัจจัยที่กำหนดความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ การกระจายขององค์ประกอบเคมีภายในปากแม่น้ำมาจากกระบวนการหลายอย่างที่เกิดขึ้นพร้อมๆ กัน สารต่างๆที่เกิดนั้นเกิดจากธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ต่างก็ส่งผลสู่บริเวณปากแม่น้ำ ส่วนหนึ่งจะถูกสะสมอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำ และอีกส่วนหนึ่งจะถูกพัดพาออกไปสู่ทะเล สารต่างๆเหล่านี้จะอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2532)

5.11 สารประกอบไนโตรเจน

5.11.1 แอมโมเนีย – ไนโตรเจน

แอมโมเนียเป็นสารอนินทรีย์ไนโตรเจนที่เกิดจากการย่อยสลายอินทีย์ไนโตรเจน การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต อาหารที่ตกค้างอยู่ในบ่อ และการย่อยยูเรีย เป็นต้น สารละลายแอมโมเนียจะแตกตัวออกเป็น 2 รูป คือ Un-ionized (NH_3) และ Ionized (NH_4^+) ซึ่งรูปที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ คือ Un-ionized ammonia ส่วนรูป Ionized ammonia จะไม่เป็นพิษ ผลรวมของแอมโมเนียทั้ง 2 รูปแบบ เรียกว่า แอมโมเนียรวม (Total

ammonia nitrogen;TAN) หรือเรียกง่ายว่า แอมโมเนีย โดยปกติ NH_3-N จะอยู่ในน้ำธรรมชาติ ปริมาณน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร

แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำใช้แอมโมเนียเพื่อสร้างโปรตีน (กรดอะมิโน) ส่วนแอมโมเนียที่เกินความต้องการจะถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ในสภาวะที่มีออกซิเจนในแหล่งน้ำ พบว่า แอมโมเนียจะถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียพวก Nitrifying bacteria ในขณะที่ไม่มีออกซิเจน (Anaerobic condition) ไนเตรทจะถูกแบคทีเรียจำพวก Denitrifying bacteria เปลี่ยนไปเป็นไนไตร์ท และก๊าซไนโตรเจนตามลำดับ ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่า Denitrifrication

โดยทั่วไปแล้วในแหล่งน้ำทั่วไป จะพบแอมโมเนียในรูปที่มีประจุเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสัดส่วนของแอมโมเนียทั้ง 2 รูปแบบนี้จะขึ้นอยู่กับค่าพีเอช อุณหภูมิ และ Ionic strength โดยพีเอชมีอิทธิพลมากที่สุด (เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล, 2559b)

5.11.2 ไนไตร์ท – ไนโตรเจน (NO_2^--N)

ไนไตร์ท-ไนโตรเจน เป็นสารประกอบซึ่งอยู่กึ่งกลางของปฏิกิริยา ในกระบวนการไนตริฟิเคชั่น โดยทั่วไปพบไนไตร์ทสะสมอยู่ในแหล่งน้ำ เพราะไนไตร์ทจะเปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรทอย่างรวดเร็วด้วยกระบวนการไนตริฟิเคชั่น แต่ในบางกรณีหากอัตราการออกซิไดซ์แอมโมเนียเร็วกว่าอัตราการออกซิไดซ์ไนไตร์ทก็จะเกิดการสะสมของไนไตร์ทขึ้น แหล่งน้ำทั่วไป พบว่ามีความเข้มข้นของไนไตร์ทไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมไนไตร์ทต่อลิตร ในสภาวะที่ไร้ออกซิเจน ไนไตร์ทสามารถถูกรีดิวซ์ได้เป็นแอมโมเนียด้วยกระบวนการดีไนตริฟิเคชั่น และในสภาวะที่มีออกซิเจนไนไตร์ท สามารถถูกออกซิไดซ์เป็นไนเตรทด้วยกระบวนการไนตริฟิเคชั่นโดยไนโตรแบคเตอร์แบคทีเรีย

ความเป็นพิษของไนไตร์ทอาจเป็นผลเนื่องมาจากความเข้มข้นของกรดไนตรัส ซึ่งปริมาณของกรดไนตรัสจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และค่า pH ตลอดจนความเค็มของน้ำ โดยเมื่อน้ำมีค่า pH และอุณหภูมิต่ำจะเกิดกรดไนตรัสได้ดี สำหรับผลกระทบของไนไตร์ทที่มีต่อสัตว์น้ำเกิดจากการที่เฟอรัสไอออน (Fe^{2+}) ซึ่งอยู่ในโมเลกุลของฮีโมโกลบินในเลือด เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและเปลี่ยนไปเป็นเฟอร์ริกไอออน (Fe^{3+}) ซึ่งทำให้ฮีโมโกลบิน มีความสามารถในการรับออกซิเจนได้ต่ำลง ทำให้เกิดสภาวะที่เม็ดเลือดมีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่าปกติ (Hypoxia) หรือที่เรียกว่า “Brown blood disease” ความเป็นพิษของไนไตร์ทจะเพิ่มมากขึ้นในสภาวะที่มีระดับออกซิเจนต่ำ และอุณหภูมิสูงในบางครั้งพบว่าหากไนไตร์ทสูงเกิน 1 มิลลิกรัมไนไตร์ทต่อลิตร จะเป็นอันตรายต่อปลา (เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล, 2559b)

5.11.3 ไนเตรท – ไนโตรเจน (NO_3^--N)

ไนเตรท – ไนโตรเจน เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งส่วนใหญ่ได้จากผลผลิตขั้นสุดท้ายของกระบวนการไนตริฟิเคชั่น นอกจากนี้ไนเตรทยังสามารถเข้าสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจากการเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิต และยังมาจากปุ๋ยที่ใช้เพื่อการเกษตรและน้ำเสียอีกด้วย โดยทั่วไปพบว่าแหล่งน้ำทิ้งจากชุมชนหรือการเพาะเลี้ยงแบบหนาแน่นมักมีความเข้มข้นของไนเตรทเฉลี่ย 0.3 มิลลิกรัมไนเตรทต่อลิตร อย่างไรก็ตามไนเตรทในแหล่งน้ำจะถูกนำไปใช้โดยแพลงก์ตอนพืช และมีส่วนถูกนำออกไปผ่านกระบวนการดีไนตร

ฟิเคชั่น โดยปกติความเป็นพิษของไนเตรทที่มีต่อสัตว์น้ำนั้นมีน้อยมาก นอกจากในสภาวะที่แหล่งน้ำขาดออกซิเจน แบคทีเรียในกลุ่มเดนไนตริฟิเคชั่น จะรีดิวซ์ไนเตรทเป็นไนไตร์ททำให้เกิดพิษต่อสัตว์น้ำ

5.12 ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีความสำคัญในแหล่งน้ำ เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำและเป็นธาตุหนึ่งที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์ต่างๆ เช่นเดียวกับไนโตรเจน และถ้ามีฟอสฟอรัสมากเกินไปในแหล่งน้ำลำคลองก็จะทำให้สาหร่ายมีการเจริญเติบโตมาก ซึ่งจะทำให้ในสิ่งแวดล้อมในแม่น้ำเน่าเสีย โดยทั่วไปจะพบความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำธรรมชาติไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร

ฟอสฟอรัสที่อยู่ในแหล่งน้ำสามารถอยู่ในรูปของโพลีฟอสเฟต (Inorganic polyphosphate) ซึ่งเมื่อละลายน้ำจะได้ฟอสๆอรัสในรูปของออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) นอกจากนี้จุลินทรีย์ในน้ำยังสามารถเปลี่ยนฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำให้เป็นออร์โธฟอสเฟต เป็นรูปที่พืชน้ำจะนำไปใช้ได้อีกด้วย โดยปกติความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำจะต่ำมาก คือ จะมีปริมาณของออร์โธฟอสเฟตอยู่ไม่เกิน 5-20 ไมโครกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร แม้แต่ในแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์มากๆหรือในน้ำเสียก็จะมีปริมาณไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสรวม (Total phosphorus) ซึ่งหมายถึงฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปต่างๆในน้ำธรรมชาติรวมกัน ซึ่งมักจะมีค่าไม่เกิน 1 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร (วิรัช จิ๋วแหยม, 2544)

โดยแหล่งที่มาของฟอสฟอรัสมาจากหลายแหล่งดังต่อไปนี้

1. จากธรรมชาติ เกิดจากการกัดกร่อนและการผุพังสลายตัวของหิน การเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์และของเสียต่างๆ โดยผ่านทางการชะล้างจากแผ่นดิน
2. จากกิจกรรมของมนุษย์ มาจากของเสียที่มนุษย์ถ่ายทิ้งลงสู่แหล่งน้ำทุกวัน เช่น น้ำทิ้งจากชุมชนบ้านเรือน ซึ่งมีการซักล้างปนเปื้อน
3. จากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท
4. จากกิจกรรมการเกษตร เช่น การใช้ปุ๋ยในปริมาณมากเกินความจำเป็น ของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ของเสียจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

5.13 ซิลิเกต

ปริมาณของซิลิเกตบนผิวโลกมีมากเป็นอันดับสองรองจากออกซิเจน โดยจะพบอยู่ในรูปออกไซด์ของซิลิกา (SiO_2) เช่น ควอทซ์ (quartz) และทราย และอาจรวมกับโลหะในรูปของสารประกอบแร่ซิลิกา น้ำธรรมชาติโดยทั่วไปอาจพบซิลิกาอยู่ในช่วง 1-30 mg/L แต่ในบางครั้งอาจสูงมากถึง 100 mg/L แหล่งน้ำกร่อยบางแห่งอาจมีสูงถึง 1000 mg/L สำหรับซิลิเกตนับว่าเป็นธาตุอาหารที่สำคัญสำหรับ Phytoplankton กลุ่ม Diatom

ซิลิเกตเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลบางชนิด เช่น ไดอะตอม (diatom) เรดิโอแลเรีย (radiolaria) และฟองน้ำ (sponge) เพราะถูกนำไปใช้ในการทำโครงสร้างส่วนแข็งของมัน ปริมาณของซิลิเกตในน้ำจึงถูกควบคุมด้วยสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ ได้มีการศึกษากันอย่างมากในเรื่องของซิลิเกตในเอสทูรี แต่ก็ยังไม่เป็นที่แน่ชัดถึงกระบวนการที่แยกซิลิกาออกจากน้ำ (SiO_2) ออกจากน้ำ ไม่ว่าจะโดยสิ่งมีชีวิตหรือกระบวนการทาง

เคมีก็ตาม (เบ็ญจมาศ จันทะภา จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล, 2559b)

5.14 สารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ

สารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำประกอบด้วยมาจากหลายๆส่วนในน้ำ อาทิ เช่น อนุภาคของดิน (Sand silt และ Clay) สารอินทรีย์และอินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กๆมากมายหลายชนิดที่อยู่ในแหล่งน้ำ รวมถึงซากที่ตายแล้วของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น สารแขวนลอยจะบดบังการส่องผ่านของแสงลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำ (primary productivity) สารแขวนลอยที่มีระดับสูงมากจะส่งผลเสียต่อสัตว์น้ำโดยตรง โดยสารแขวนลอยจะเข้าไปอุดช่องเหงือกทำให้การหายใจติดขัด ส่งผลให้การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำช้าลงกว่าปกติ นอกจากนั้นยังส่งผลต่อการฟักเป็นตัวของไข่ และการเจริญเติบโตของตัวอ่อนหยุดชะงัก หรือช้าลง โดยปริมาณสารแขวนลอยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำอยู่ระหว่าง 25-80 mg/L เพราะถ้าหากมีค่ามากเกินไปจะทำให้แสงแดดส่องลงไปได้ไม่ลึก และทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินได้ นอกจากนั้นถ้าหากค่าน้อยเกินไปจะทำให้แสงแดดส่องไปในน้ำมากเกินไป และอาจหมายถึงแหล่งน้ำนั้นมีอาหารธรรมชาติในน้ำน้อยมาก (เบ็ญจมาศ จันทะภา จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล, 2559b)

5.15 คุณภาพน้ำกับการเลี้ยงหอยนางรม

จากการศึกษาของ พงษ์เทพ วิไลพันธ์ (2556) ทำการศึกษาสถานภาพการเลี้ยงหอยนางรมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า คุณภาพทั่วไปของน้ำทะเลโดยทั่วไปในแหล่งเพาะเลี้ยงหอยนางรมที่กำหนดทั้ง 6 แหล่ง ระหว่างเดือนตุลาคม 2552 - เดือนกันยายน 2553 พบว่าในเดือนตุลาคม และพฤศจิกายน 2552 ตัวอย่างน้ำทะเลในแหล่งเพาะเลี้ยงทั้ง 6 แหล่ง มีค่าความเค็มอยู่ระหว่าง 3-13 ppt ซึ่งเป็นค่าความเค็มที่ต่ำกว่าช่วงเวลาอื่นๆ ในตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา เนื่องจากระยะเวลาดังกล่าวเป็นช่วงฤดูฝนทำให้มีน้ำจืดจากบนฝั่งไหลลงสู่อ่าวบ้านดอนในปริมาณมาก ผลการศึกษาค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และค่าความเป็นด่าง (alkalinity) ของน้ำทะเล พบว่าส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์ปกติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ส่วนผลการศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนในน้ำทะเลจากแหล่งเพาะเลี้ยงทั้ง 6 แหล่ง พบแพลงก์ตอนพืช (Class Bacillariophyceae และ Class Dinophyceae) มากกว่า แพลงก์ตอนสัตว์ (Phylum Arthropoda) โดยตรวจพบแพลงก์ตอนแต่ละชนิดในปริมาณน้อย จึงไม่ ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์น้ำแดง (red tide) หรือการสะสมของสารชีวพิษในตัวหอย

เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ และคณะ (2557) ศึกษาศักยภาพของพื้นที่เลี้ยงหอยบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ ทำโดยการเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณสารอินทรีย์รวมและปริมาณซัลไฟด์รวมใน 5 พื้นที่หลักทุกสองเดือนเป็นเวลาหนึ่งปี ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2544 ถึงเดือนมิถุนายน 2545 โดยพื้นที่ที่ 1 เป็นการเลี้ยงหอยนางรมค่อนข้างหนาแน่น พื้นที่ 2 และ 3 เป็นการเลี้ยงหอยแครงอย่างหนาแน่น พื้นที่ 4 เป็นการเลี้ยงหอยแมลงภู่อย่างเบาบาง และพื้นที่ที่ 5 เป็นการเลี้ยงหอยนางรมอย่างเบาบาง ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่เลี้ยงหอยอย่างหนาแน่น (พื้นที่เลี้ยงหอยที่ 1) มีปริมาณธาตุอาหารและปริมาณสารอินทรีย์รวมชั้นผิวดินมีมากตลอดทั้งปีโดยมีปริมาณสารอินทรีย์รวมชั้นผิวดินสูงถึง 229.07 mg/g และมีปริมาณซัลไฟด์รวม 0.280 mg/g และพบว่า ความเข้มข้นของไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่า 2.48 - 11.33 แอมโมเนียม-ไนโตรเจน 15.95 - 32.85 µM ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส 0.04 - 0.43 µM และซิลิเกต - ซิลิกอน 26.50-46.91 µM และในพื้นที่เลี้ยงหอยที่ 5 มีปริมาณสารอินทรีย์รวมชั้นผิวดิน 102.81 mg/g และมี

ปริมาณซัลไฟด์รวม 0.051 mg/g และมีความเข้มข้นของไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน 0.03-6.94 µM แอมโมเนียม-ไนโตรเจน 7.73 - 48.51 µM ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส 0.11 - 0.83 µM และซิลิเกต - ซิลิกอน 4.13 - 31.39 µM เนื่องจากพื้นที่เลี้ยงหอยไม่หนาแน่นมากเป็นการเลี้ยงหอยใกล้ร่องน้ำ มีการหมุนเวียนน้ำดี ทำให้ธาตุอาหารและสารอินทรีย์รวมเกิดการหมุนเวียนตลอดเวลาความเข้มข้นของธาตุอาหารจึงไม่สูงมาก ในขณะที่บริเวณพื้นที่เลี้ยงหอยที่ 1 มีสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติเริ่มไม่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหอย ทำให้หอยมีอัตราการเจริญเติบโตช้า

5.16 สารอาหาร และคุณภาพน้ำบริเวณปากแม่น้ำและทะเลชายฝั่ง

อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และ ประสาร อินทเจริญ (2554) ทำการศึกษาคุณภาพน้ำในพื้นที่อ่าวชลบุรี ในช่วงเดือนเมษายน กรกฎาคม และพฤศจิกายน 2551 ครอบคลุมพื้นที่อ่าวชลบุรีทั้งหมด โดยทางทิศเหนือของอ่าวชลบุรีถึงแนวเขตตำบลคลองตำหรุและทางทิศใต้ครอบคลุมชายฝั่งของตำบลอ่างศิลาถึงแนวเขาสามมุข ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โดยมีสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำจำนวน 9 สถานี พบว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ตะกอนแขวนลอย ไนไตรท์และซิลิเกต มีความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ในขณะที่แอมโมเนีย ไนเตรท ฟอสเฟตและคลอโรฟิลล์-เอ ไม่มีความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำภายในอ่าวได้รับมีอิทธิพลหลักมาจากน้ำท่าจากแม่น้ำบางปะกง คุณภาพน้ำส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับที่เคยมีการรายงานไว้ก่อนหน้านี้ในงานวิจัยอื่น ยกเว้นสารอาหารกลุ่มไนโตรเจนที่มีค่าค่อนข้างสูง จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคลอโรฟิลล์-เอ และคุณภาพน้ำพบว่า คลอโรฟิลล์-เอ มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกับปริมาณตะกอนแขวนลอย อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของตะกอนแขวนลอยส่วนหนึ่งเป็นอนุภาคของแพลงก์ตอน (planktonic particle material) นอกจากนี้ยังพบอีกว่าฟอสเฟตก็มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกับคลอโรฟิลล์-เอ ด้วยเช่นกัน อาจเป็นไปได้ว่าน้ำทะเลในบริเวณนี้มีปริมาณสารอาหารไนโตรเจนสูง ฟอสฟอรัสจึงมีแนวโน้มของการเป็นปัจจัยจำกัดทางด้านสารอาหารต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชส่วนปัจจัยเกี่ยวกับคุณภาพน้ำอื่นๆ นั้นไม่แสดงแนวโน้มของความสัมพันธ์กับคลอโรฟิลล์-เอ

ธวัชชัย นาอุดม และคณะ (2556 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบน ระหว่าง วันที่ 19-20 มีนาคม 2552 และวันที่24–25 สิงหาคม 2552 พบว่าค่าเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และคลอโรฟิลล์-เอมีความแตกต่างกันเชิงเวลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Pearson's Correlation Coefficient(r); $p<0.05$) การแพร่กระจายเชิงพื้นที่แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิและออกซิเจนละลายน้ำมีค่าใกล้เคียงกันทั้งอ่าวทั้งในสองฤดูกาล ความเค็มในเดือนมีนาคม มีค่าสูงทางด้านตะวันออกและค่อยๆ ลดลงด้านฝั่งตะวันตกของอ่าว ตะกอนแขวนลอยทั้งหมดในน้ำมีค่าสูงและแพร่กระจายทั่วทั้งพื้นที่ในเดือนสิงหาคม แอมโมเนียไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต ซิลิเกต และคลอโรฟิลล์-เอ ไม่แสดงแนวโน้มการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ที่ชัดเจนทั้งสองฤดูกาล คุณภาพน้ำทะเลส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้ายกเว้นแอมโมเนียที่มีค่าความเข้มข้นต่ำกว่าและมีความผันแปรค่อนข้างสูงสัดส่วนของเรดฟิลด์แสดงให้เห็นว่าสารอาหารกลุ่มไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดในการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชสอดคล้องกับไนเตรทที่ต่ำลงในเดือนมีนาคม ค่าแอมโมเนียที่สูงกลางอ่าวอาจเกิดจากการขับออกมาจากเซลล์หรือจากการตายของแพลงก์ตอนพืชที่เกิดการสะพรั่ง ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในเดือนสิงหาคม ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ แอมโมเนีย ตะกอนแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ และออกซิเจนละลายน้ำมีความแตกต่างกันตามความลึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งเป็นผลมาจากการแบ่งชั้นน้ำในอ่าวไทยตอนบน ในขณะที่มีเพียงอุณหภูมิ

เท่านั้นที่มีความแตกต่างตามความลึกในเดือนมีนาคม ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ระหว่างค่าคลอโรฟิลล์-เอ กับคุณภาพน้ำอื่นๆ

เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล และคณะ (2559a) ประเมินฟลักซ์ซิลิเกตบริเวณปากน้ำแขมหนู อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี พ.ศ. 2557 เก็บตัวอย่างภายในปี พ.ศ. 2557 ในเดือนเมษายน และ กันยายน โดยเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำทุกๆ 2 ชั่วโมงจนครบ 25 ชั่วโมง วัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลง จากนั้นนำน้ำตัวอย่างวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการและคำนวณฟลักซ์ซิลิเกต ผลการศึกษาพบว่า ฟลักซ์ของน้ำในฤดูแล้งไหลออกสู่ทะเลปริมาณ 7.30 × 106 ลบ. ม./วันในขณะที่ฤดูน้ำมากมีทิศทางไหลเข้าสู่ปากแม่น้ำปริมาณ 0.67 × 106 ลบ. ม./วัน ตามลำดับ สำหรับฟลักซ์ของซิลิเกตมีทิศทางไหลออกสู่ทะเลทั้งในฤดูแล้ง และฤดูน้ำมาก โดยพบว่าในฤดูน้ำมากไหลออกสู่ทะเลมากกว่าในฤดูน้ำแล้ง ดังมีค่า 1,600.59 กก.–ซิลิเกต/ วัน และ 1,263.05 กก.–ซิลิเกต/ วัน ตามลำดับ

ฉลวย มุสิกะ และคณะ (2562) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำตามเวลาและสถานที่ บริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรีในช่วง 10 ปี (2551–2560) เพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งจังหวัดชลบุรี บริเวณอ่าวชลบุรี ถึง ศรีราชา รวมทั้งสิ้น 10 สถานี ระหว่างเดือนมกราคม 2551 – ธันวาคม 2560 ในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์แตกต่างกัน 3 ประเภทคือ เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณอ่าวชลบุรี –อ่างศิลา 4 สถานี เพื่อการนันทนาการ บริเวณหาดบางแสน 3 สถานี และเขตชุมชน หาดวอนนภา –ศรีราชา 3 สถานี เดือนละ 1 ครั้ง สถานีละ 2 ซ้ำ พารามิเตอร์ที่ตรวจวิเคราะห์ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลาย ตะกอนแขวนลอย แอมโมเนีย ไนไตร์ท ไนเตรท ฟอสเฟต ซิลิเกต แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด และแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม ผลการศึกษา พบแอมโมเนีย ไนเตรท ฟอสเฟต และแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลของไทยบ่อยครั้ง ค่าดัชนีคุณภาพน้ำทะเล บ่งชี้ว่าคุณภาพน้ำทะเลแต่ละปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ขึ้นอยู่กับเขตพื้นที่ โดยคุณภาพน้ำทะเลส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 56 ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ร้อยละ 14 อยู่ในเกณฑ์ดี ร้อยละ 18เสื่อมโทรม และร้อยละ 12 เสื่อมโทรมมาก โดยบริเวณอ่าวชลบุรีถึงอ่างศิลาน้ำทะเลเสื่อมโทรมมากกว่าบริเวณ

5.17 แพลงก์ตอนบริเวณปากแม่น้ำและทะเลชายฝั่ง

ขวัญเรือน ศรีนุ้ย และรุจิรา แก้วกิ่ง (2548) การแพร่กระจายความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ศึกษาการแพร่กระจายความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำของชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกในเดือนมีนาคม 2548 (ฤดูแล้ง) และในเดือนตุลาคม 2548 (ฤดูฝน) พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 15 ไฟลัม 42 กลุ่ม ในฤดูแล้งมีความชุกชมของแพลงก์ตอนก์สัตว์มากกว่าฤดูฝน โดยมีไฟลัม Arthropoda เป็นชนิดเด่น รองลงมาคือ Aneelida, Chordata และ Chaetogmatha ตามลำดับ ในฤดูฝนแพลงก์ตอนสัตว์ที่ชุกชุมเป็นชนิดเด่นได้แก่ ไฟลัม Annelida รองลงมาคือ Chordata, Chaetognatha และ Mollusca ตามลำดับ ส่วนโคพีพอตในฤดูแล้งพบ 4 อันดับย่อย 30 ชนิด อันดับย่อยที่พบได้แก่ Calanoida, Cyclopoida, Harpactiocida และ Poecilostomatoida ชนิดของโคพีพอดที่เป็นชนิดเด่นในฤดูแล้งได้แก่ Paracalaus crassirostris, Oithona simplex, Bestiolina similis และ Oithonaa ruensis ตามลำดับ ในฤดูฝนชนิดที่พบมากที่สุดได้แก่ Nauplius copepods, immature Paracalanusและ immature Oithona ตามลำดับ

นิสา เพิ่มศิริวาณิชย์ และคณะ (2550) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ ณ อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะช้าง จังหวัดตราด ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2546 – เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 พบว่า คุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิค่าอยู่ระหว่าง 26.7-30.8 องศาเซลเซียส ความเค็มของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 22.31-32.1 psu ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 5.00-8.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 8.29-8.81 และค่าความโปรงแสงมีค่าอยู่ระหว่าง 2.5-11.1 เมตร สำหรับความเข้มข้นจองธาตุอาหารในน้ำ พบว่า ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.96-20.21 ไมโครโมลาร์ ค่าความเข้มข้นของไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ระหว่าง nd-1.02 ไมโครโมลาร์ ค่าความเข้มข้นของซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่าอยู่ระหว่าง nd-19.48 ไมโครโมลาร์ ค่าความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟตฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ระหว่าง 0.06-0.29 ไมโครโมลาร์ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บริเวณผิวน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.13-2.29 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งมีความแตกต่างกันตามฤดูกาล สำหรับแพลงก์ตอนสัตว์พบทั้งสิ้น 7 Phylum ได้แก่ Phylum Coelenterata (Cnidaria), Phylum Annelida, Phylum Arthropoda, Phylum Mollusca, Phylum Echinodemata และ Phylum Chordataแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นกลุ่มหรือชนิดเด่น ได้แก่ Copepod Chaelongnatha และ *Oikoplera* sp.

วาสนา อากรรัตน์ และคณะ (2555) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ และแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งอ่าวประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ในรอบปี พ.ศ. 2551-2552 ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่งอ่าวประจวบฯ ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และพบแพลงก์ตอนพืช 3 ดิวิชั่น แบ่งออกเป็นดิวิชั่น Cyanophyta 2 สกุล ดิวิชั่น Chlorophyta 2 สกุล และดิวิชั่น Chromophyta 53 สกุล รวม 57 สกุล โดยแพลงก์ตอนพืชที่เป็นสกุลเด่น ได้แก่ *Chaetoceros*, *Rhizosolenia* และ *Thalassioneme* ตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด พบว่า แพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งอ่าวประจวบฯ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณซิลิเกต ($r = 1.00$, $P<0.01$) และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณไนไตรท์ ($r = -1.00$, $P<0.01$)

เสถียรพงษ์ ขาวหิต และคณะ (2558) ศึกษาความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือฤดูฝน เดือนกันยายน พ.ศ. 2555 และฤดูร้อน เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 ผลการศึกษาพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 2 ดิวิชัน ได้แก่ ดิวิชัน Cyanophyta 5 สกุล และดิวิชัน Chromophyta 47 สกุล รวม 52 สกุล โดยแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chromophyta เป็นสกุลเด่น ได้แก่ *Coscinodiscus* และ *Chaetoceros* ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดและค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนพืชมีค่าเท่ากับ 3.61 และ 0.80 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยยังอยู่เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ส่วนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับปริมาณแพลงก์ตอนพืช พบว่าแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยมีความสัมพันธ์ไปในทิศเดียวกันกับค่าอุณหภูมิ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่า TKN ค่าไนเตรท ค่าออร์โธฟอสเฟต และค่าคลอโรฟิลล์เอ อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) แต่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกันกับค่าความเค็ม ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าความขุ่น ค่าแอมโมเนีย ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ ค่าบีโอดี อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$)

เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล และคณะ (2558) การศึกษาครั้งนี้เพื่อประเมินความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช โดยทำการสำรวจ และเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือนมิถุนายน 2552 บริเวณป่าชายเลนหมู่บ้านบางสระเก้า อ.บางสระเก้า จ.จันทบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 เดือน แบ่งสถานีเก็บตัวอย่างออกเป็น 3 สถานี ในการศึกษาครั้งนี้พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 63 สกุล จากทั้งหมด 3 Division คือ Division Chromophyta, Division Chlorophyta และ Division Cyanophyta เท่ากับ 49, 11 และ 3 สกุล ตามลำดับ และพบว่าตลอดการศึกษาพบแพลงก์ตอนใน Division Chromophyta เป็นกลุ่มเด่น มีสัดส่วนสูงสุดเท่ากับ 98.55% ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชต่อครั้งที่เก็บตัวอย่างเท่ากับ 7.15 x 103 เซลล์/ลิตร ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชอยู่ในช่วง 2.12 – 1.20 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและความเค็มมีค่า 0.426

สมถวิล จริตควร และคณะ (2559) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของแพลงก์ตอนสัตว์เศรษฐกิจบริเวณอ่าวไทยตอนใน ปี พ.ศ. 2552-2554 เก็บตัวอย่างทั้งหมด 22 สถานี แบ่งออกเป็น 5 พื้นที่ คือ บริเวณปากแม่น้ำ บริเวณชายฝั่งด้านทิศตะวันออกของ อ่าวไทย บริเวณชายฝั่งด้านทิศตะวันตกของอ่าวไทย บริเวณกลางอ่าวไทยตอนใน และบริเวณปากอ่าวไทยตอนใน พบแพลงก์ตอนสัตว์เศรษฐกิจที่สาคัญ 7 กลุ่มได้แก่ ตัวอ่อนกุ้ง ตัวอ่อนกั้ง ตัวอ่อนปู ตัวอ่อนกุ้งมังกร ตัวอ่อนหอยสองฝา ตัวอ่อนหอยฝาเดียว และไข่ปลากับลูกปลา เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์เศรษฐกิจรวมทั้ง 7 กลุ่มมีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด คือบริเวณชายฝั่งด้านทิศตะวันออกของอ่าวไทยมีค่าเท่ากับ $13.37X10^3$ ตัวต่อ 100 ลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือบริเวณปากอ่าวไทยตอนใน บริเวณปากแม่น้ำ และบริเวณกลางอ่าวไทยตอนใน พบความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ $11.95X10^3$ ตัวต่อ 100 ลูกบาศก์เมตร, $10.43X10^3$ ตัวต่อ 100 ลูกบาศก์เมตร และ $7.96X10^3$ ตัวต่อ 100 ลูกบาศก์เมตร ตามลาดับ และบริเวณชายฝั่งด้านทิศตะวันตกพบความหนาแน่นน้อยที่สุดเท่ากับ $7.00X10^3$ ตัวต่อ 100 ลูกบาศก์เมตร ส่วนการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของแพลงก์ตอนสัตว์เศรษฐกิจทั้ง 7 กลุ่ม ส่วนใหญ่พบชุกชุมในฤดูแล้งมากกว่า ฤดูฝน ยกเว้นกลุ่มไข่ปลากับลูกปลา โดยมีความชุกชุมเฉลี่ยในฤดูแล้งและฤดูฝนเท่ากับ $10.63X10^3$ ตัวต่อ 100 ลูกบาศก์เมตร และ $9.49X10^3$ ตัวต่อ 100 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

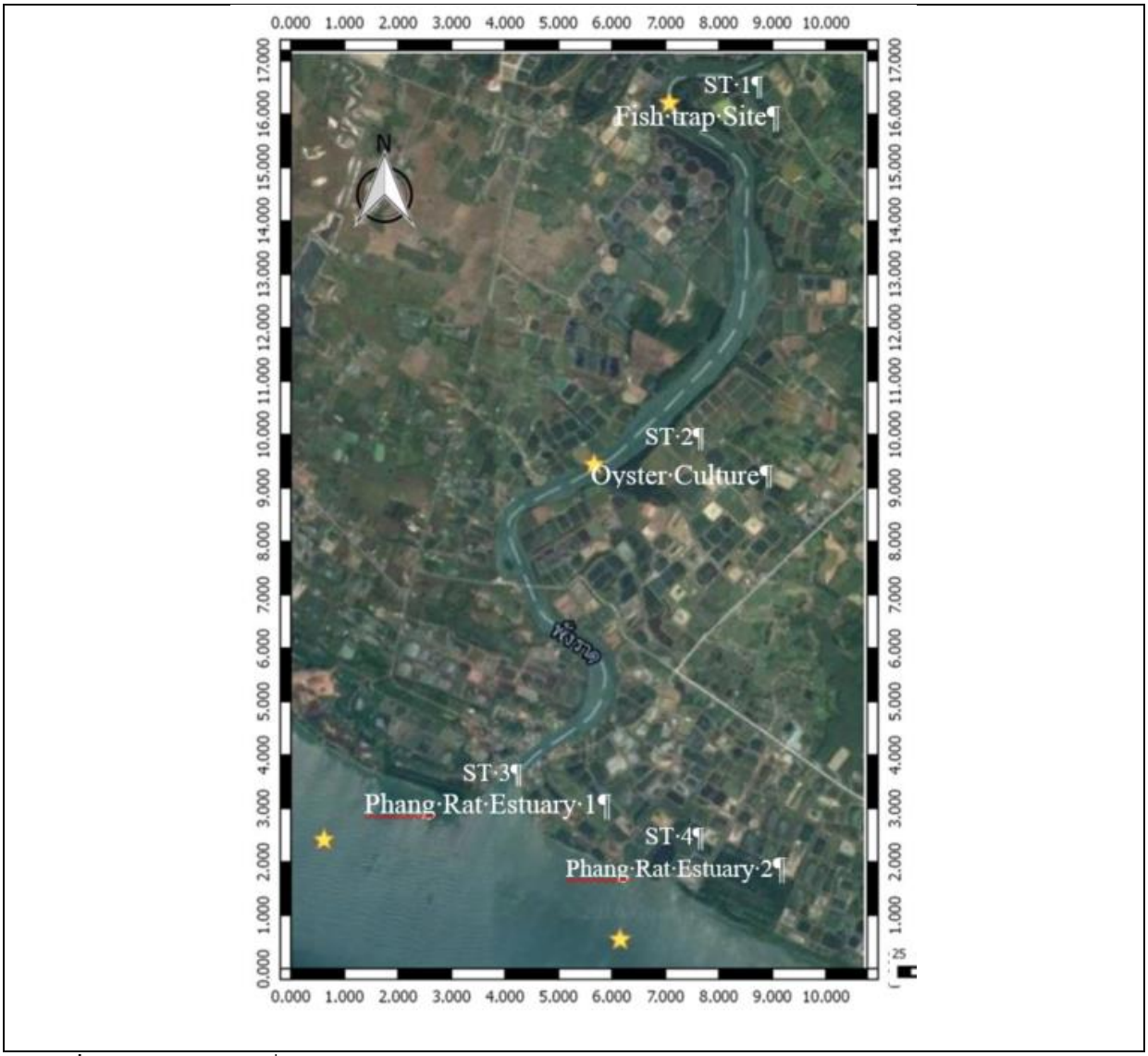
บทที่ 2
เนื้อเรื่อง (Main Body)

เนื้อหาในบทนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญคือ รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการวิจัย (Materials and Method) และ ผลการวิจัย (Results) ดังนี้

1. วิธีดำเนินการวิจัย (Materials and Method)

1.1 พื้นที่ในการศึกษา

พื้นที่เพื่อสำรวจเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สารอาหาร และปัจจัยคุณภาพน้ำต่างๆ อยู่ในบริเวณแม่น้ำพังราดจนกระทั่งไปถึงปากแม่น้ำพังราด (ภาพที่ 2 – 1 และ ตารางที่ 2 – 1)



ภาพที่ 2 - 1 ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สารอาหาร และปัจจัยสิ่งแวดล้อมบริเวณแม่น้ำพังราด จ.ระยอง

ตารางที่ 2 - 1 พิกัดภูมิศาสตร์ของสถานีเก็บตัวอย่าง

Station			Latitude	Longitude	Distance From Estuary (km.)
Fish trap Site	สถานีการวางโป๊ะ	ST1	12.73495 °N	101.79476 °E	5.94
Oyster Culture	สถานีการล่อลูกหอย	ST2	12.71271 °N	101.79015 °E	3.00
Estuary 1	ปากน้ำด้านขวา	ST3	12.69167°N	101.77399 °E	1.17
Estuary 2	ปากน้ำด้านซ้าย	ST4	12.69267 °N	101.79174 °E	1.15

1.2 ระยะเวลาการศึกษา และการเก็บตัวอย่าง

ระยะเวลาในการศึกษาวิจัยทั้งสิ้น 12 เดือน โดยทำการเก็บตัวอย่าง 6 ครั้ง เป็นตัวแทนแต่ละฤดูกาล ดังนี้ ฤดูฝน (สิงหาคม และตุลาคม) ฤดูร้อน (เมษายน และมิถุนายน) และ ฤดูหนาว (ธันวาคม และกุมภาพันธ์) เก็บตัวอย่างน้ำในช่วงเวลาน้ำขึ้น พารามิเตอร์ที่เก็บคือ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ ธาตุอาหาร (แอมโมเนีย ไนไตร์ท ไนเตรต ปริมาณฟอสเฟตละลายน้ำ และปริมาณซิลิเกตละลายน้ำ) ตะกอนแขวนลอย อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าดีโอ พีเอช ความลึก ความโปร่งแสง เป็นต้น ในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งระบุให้ตรงพิกัดโดยเครื่อง GPS

1.3 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์

เก็บตัวอย่างน้ำจากแต่ละสถานีๆ ละประมาณ 50 ลิตร โดยการใช้ถังน้ำขนาด 5 ลิตร ลึกลงไปจากผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร จากนั้นนำน้ำมากรองผ่านถุงแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ขนาด 21 และ 55 ไมครอน ตามลำดับ แล้วเก็บตัวอย่างในขวดเก็บน้ำขนาด 120 มิลลิลิตร ดองด้วยฟอร์มาลีน 4 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำตัวอย่างไปศึกษาชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในห้องปฏิบัติการต่อไป

1.4 การจัดจำแนกและดัชนีทางนิเวศ

ก) ศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืช ตามวิธีของลัดดา วงศ์รัตน์ และโสภณา บุญญาภิวัฒน์ (2546) ซึ่งมีวิธีในการศึกษาดังนี้

- นำตัวอย่างน้ำมาเขย่าเบาๆให้เข้ากัน
- ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำจากขวดออกมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในสไลด์นับจำนวน
- ตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

- นับจำนวนเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ ทำขวดละ 3 ซ้ำ แล้วมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

- รายงานผลเป็นจำนวนเซลล์ จะได้ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร แล้วนำมาคำนวณหาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชต่อน้ำ 1 ลิตร

ข) การคำนวณหาแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ สามารถคำนวณได้จากสูตร

จำนวนแพลงก์ตอนพืช (หน่วย/ลิตร) = $(C \times v) / (Vs \times V)$

เมื่อ ; C = ปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่นับได้
v = ปริมาตรน้ำตัวอย่างเข้มข้น (มิลลิลิตร)
Vs = ปริมาณน้ำตัวอย่างที่นับ (มิลลิลิตร)
V = ปริมาตรของน้ำที่ผ่านถุงกรอง (ลิตร)

ค) ค่าดัชนีทางนิเวศมีหลากหลายค่า ตามสูตรคำนวณดังนี้

ค.1) ดัชนีความหลากหลาย (Shannon – Weaver Index; H')

$H' = \sum[(n_i / N) \log (n_i / N)]$

H' = ดัชนีความหลากหลาย

n_i = จำนวนแพลงก์ตอนสัตว์

N = จำนวนของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด

ln (Natural logarithm) = $2.303 \log_{10}$

ค.2) ดัชนีการกระจาย หรือ ดัชนีสม่ำเสมอ (Evenness Index; J')

$J' = H' / H'_{max}$

J' = การกระจาย

H' = ดัชนีความหลากหลาย (Shannon – Weaver Index)

H'_{max} = ค่าดัชนีความหลากหลายสูงสุดที่หาได้จากสูตร

H'_{max} = log S เมื่อ S เท่ากับจำนวนสกุล/กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์

ค.3) ดัชนีความมากชนิด (Species richness)

$R = (S-1) / \ln (n)$

R = ดัชนีความมากชนิด

S = จำนวนวงศ์ทั้งหมดที่พบ

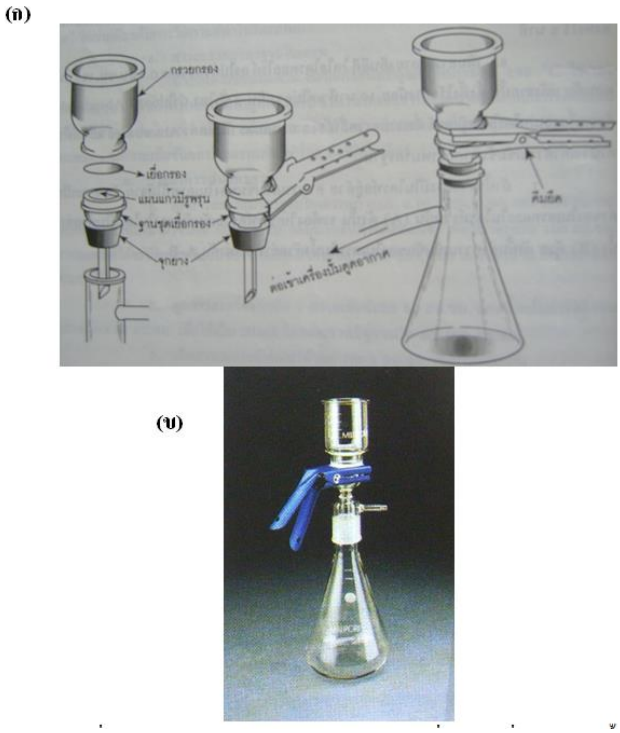
n = จำนวนตัวของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดที่พบ

ln = natural logarithm

1.5 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์ธาตุอาหาร (ไนโตรเจน ฟอสเฟตละลายน้ำและซิลิเกตละลายน้ำ)

เก็บตัวอย่างน้ำจากแต่ละสถานีๆ ด้วยกระบอกเก็บน้ำแบบแวนดอน (Van Dorn; ภาพที่ 2 - 2) โดยเก็บน้ำลึกลงไปจากผิวน้ำประมาณ 50 เซนติเมตร สถานีละ 1000 มิลลิลิตร ในการเก็บแต่ละครั้งเก็บในเวลาน้ำขึ้น โดยดูตามตารางน้ำของกรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ เมื่อถึงห้องปฏิบัติการให้กรองน้ำผ่านแผ่นกรอง GF/C โดยใช้ชุดกรองน้ำ (ภาพที่ 2 - 3) เพื่อเตรียมการวิเคราะห์คุณภาพน้ำต่อไป ซึ่งวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามการอ้างอิงในตารางที่ 2 - 2

ภาพที่ 2 - 2 กระบอกเก็บน้ำแบบ Van Dorn เพื่อเก็บน้ำวิเคราะห์ธาตุอาหาร และตะกอนแขวนลอยในน้ำ



ภาพที่ 2 - 3 อุปกรณ์การกรองน้ำเพื่อการวิเคราะห์สารประกอบไนโตรเจน ฟอสเฟตละลายน้ำ ซิลิเกตละลายน้ำ และตะกอนแขวนลอยในน้ำ

ตารางที่ 2 - 2 วิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารอนินทรีย์ในน้ำ และ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

Parameter/ Unit	Methods	Instruments
Ammonia (mg/L)	Phenol-hypochloride (Grasshoff et al., 1999)	-
Nitrite (mg/L)	Diazotization (Strickland and Parsons, 1972)	-
Nitrate (mg/L)	Cadmium reduction + Diazotization (Strickland and Parsons, 1972)	-
Phosphate (mg/L)	Ascorbic acid (Strickland and Parsons, 1972)	-
Silicate (mg/L)	Silicomolybdate (Strickland and Parsons, 1972)	-
Total Suspended Solid (mg/L)	GF/C Filter (APHA,1992)	-
Depth (m)	-	Echo Sounder
Transparency (cm.)		Secchi Disk
Temperature (Degree celcius)	-	YSI model 550A
Salinity (ppt)	-	Refractometer
pH	-	YSI pH model 100
Dissolved Solid; DO (mg/L)	-	YSI model 550A

1.6 วิธีการวิเคราะห์ไนโตรเจน

ขั้นตอนการวิเคราะห์สารประกอบไนโตรเจน

นำน้ำตัวอย่างกรองผ่านกระดาษ GF/C แล้วทำตามขั้นตอนต่อไปนี้ (Parsons et al., 1984)

ก) ขั้นตอนการวิเคราะห์แอมโมเนีย

ก. เตรียมกราฟมาตรฐาน

ข. ปิเปตน้ำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่หลอดทดลอง 5 ml.

ค. เติม phenol solution 0.2 ml. เขย่าให้เข้ากัน

ง. เติม Sodium nitroprusside solution 0.2 ml. เขย่าให้เข้ากัน

จ. เติม Oxidizing reagent 0.5 ml. เขย่าให้เข้ากัน

ฉ. เก็บน้ำตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ ไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เก็บในที่มืดตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่งโมง จึงนำไปวัดค่า Absorbance ที่ความยาวคลื่น 640 nm. จากนั้นนำไปแทนค่าในสมการเส้นตรง (y = ax + b) เพื่อให้ทราบความเข้มข้นของน้ำตัวอย่าง

ข) ขั้นตอนการวิเคราะห์ไนไตรท์

ก. เตรียมการทำกราฟมาตรฐาน (Standard curve) ที่ความเข้มข้น blank, 0.0014, 0.014, 0.056, 0.12, 0.28 และ 0.35 mg-N/L

ข. ปิเปตน้ำตัวอย่าง 5 ml. ใส่ในหลอดทดลอง

ค. เติมสารละลาย Sulfanilamide 0.1 ml. เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 2-10 นาที

ง. เติมสารละลาย N-NED 0.1 ml. เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 10 นาที

จ. นำไปวัดค่า Absorbance ที่ความยาวคลื่น 543 nm. จากนั้นนำไปแทนค่าในสมการเส้นตรง (y = ax + b) เพื่อให้ทราบความเข้มข้นของน้าตัวอย่าง

ค) ขั้นตอนการวิเคราะห์ไนเตรต

ก. นำน้ำตัวอย่างใส่ขวดชมพู่ 100 ml.

ข. เติมสารละลายแอมโมเนียคลอไรด์ 2 ml. เขย่าให้เข้ากัน

ค. นำไปผ่านคอลัมน์ โดยน้ำส่วน 25 ml. แรกทิ้ง เก็บ 50 ml.

ง. นำน้ำที่ผ่านจากคอลัมน์มาซ้ำละ 5 ml. เติม ซัลฟานิลาไมล์ และ N-NED

จ. คำนวณค่าความเข้มข้นของไนเตรต = ค่าความเข้มข้นที่ผ่านคอลัมน์ – ค่าความเข้มข้นที่ไม่ผ่านคอลัมน์

1.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ฟอสเฟตละลายน้ำ

โดยการนำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองมาแล้ว มาวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟตละลายน้ำ ตามวิธี Ascorbic Acid Method (Parson at al, 1984) วัดด้วยค่าดูดกลืนแสง UV Spectrophotometer 885 nm.

ขั้นตอนการวิเคราะห์ฟอสเฟตละลายน้ำ

- นำน้ำตัวอย่างที่เก็บมาได้นั้นกรองผ่านกระดาษกรอง GF/C
- ปีเปตน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองแล้ว 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง
- เติม Mixed Reagent ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองแล้วผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันและตั้งทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยาสมบูรณ์กัน ประมาณ 5 นาที และห้ามเกิน 2 ชั่วโมง
- นำไปวัดค่าดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ความยาวคลื่น 885 นาโนเมตร
- นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้ ไปสร้างเป็นกราฟมาตรฐานเพื่อหาความเข้มข้นของฟอสเฟตละลายน้ำ

Mixed Reagent เตรียมโดยผสมสารดังต่อไปนี้ ในอัตราส่วน 2:5:2:1 ดังนี้

AmomniumMolybdate Solution	100 มิลลิลิตร	หรือ	4 มิลลิลิตร
Sufuric Acid Solution	250 มิลลิลิตร	หรือ	10 มิลลิลิตร
Ascorbic Acid Solution	100 มิลลิลิตร	หรือ	4 มิลลิลิตร
PotasiumAntimoyl – Tartrate Solution	50 มิลลิลิตร	หรือ	2 มิลลิลิตร

1.8 ขั้นตอนการวิเคราะห์ซิลิเกตละลายน้ำ

การวิเคราะห์ซิลิเกตละลายน้ำโดยวิธี Silicomolypdate (Parsons et al., 1984)

ใช้วิธีการศึกษา Silicomolypdate (Parsons et al., 1984) โดยสร้างกราฟมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นของ Si ที่แน่นอนโดยการวัดการดูดกลืนแสงหาค่า Abs. และสร้างสมการเส้นตรง จากนั้นนำ น้ำตัวอย่างมาวัดการดูดกลืนแสง และนำไปเข้าสมการหาความเข้มข้นของน้ำตัวอย่าง

ก) ขั้นตอนการเตรียมกราฟมาตรฐาน

1. ปิเปต Standard silicate solution ที่ความเข้มข้น 0.1148 0.2296 0.574 1.148 และ 2.87 mg/L มาอย่างละ 5 ml ใส่หลอดทดลองอย่างละ 5 ซ้ำตัวอย่าง
2. เติม Molybdate reagent 2 ml ผสมให้เข้ากัน 10 นาที
3. เติม reducing reagent 3 ml ผสมเข้ากันรอทำปฏิกิริยาสมบูรณ์อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
4. ทำการset blank และวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 810 nm ภายในเวลา 2-3 ชั่วโมงนับจากทำการผสมสารเสร็จ
5. ทำการนำค่าที่ได้ไปหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นใน Microsoft Excel โดยวิธีการ Liner regression โดยใช้สมการเส้นตรง Y = ax + b

ข) ขั้นตอนการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง

1. ปิเปตน้ำตัวอย่างของแต่ละสถานีละ 5 ml ใส่หลอดทดลองอย่างละ 5 ซ้ำตัวอย่าง
2. เติม Molybdate reagent 2 ml ผสมให้เข้ากัน 10 นาที
3. เติม reducing reagent 3 ml ผสมเข้ากันรอทำปฏิกิริยาสมบูรณ์อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
4. ทำการ set blank และวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 810 nm ภายในเวลา 2-3 ชั่วโมงนับจากทำการผสมสารเสร็จ
5. นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของซิลิเกตละลายน้ำตละลายน้ำจากสมการ Y = ax + b จากกราฟมาตรฐาน

1.9 ขั้นตอนการวิเคราะห์ตะกอนแขวนลอยในน้ำ

โดยกรองตัวอย่างน้ำที่เก็บมาจากภาคสนามสถานีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 500 มิลลิลิตร ผ่านแผ่นกรอง GF/C ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว จากนั้น นำแผ่นกรองดังกล่าวไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น นำมาชั่งจนมีน้ำหนักคงที่ น้ำหนักของแผ่นกรองที่เพิ่มขึ้นเป็นปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (Parsons et al, 1984)

คำนวณหาปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solid, TSS)

$$\text{สารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ } (\text{mg/L}) = \frac{(\text{A} - \text{B}) \text{ x } 1000}{\text{V}}$$

เมื่อ A = น้ำหนักแผ่นกรองรวมสารแขวนลอย (มิลลิกรัม)
B = น้ำหนักแผ่นกรองเริ่มต้น (มิลลิกรัม)
V = ปริมาตรน้ำตัวอย่างที่นำมากรอง (มิลลิลิตร)

1.10 การจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

อุทัย สุขสิงห์ (2548) ทำการเก็บจุดพิกัดที่ทำการเก็บตัวอย่างภาคสนาม ด้วยเครื่องมือ GIS โดยทำการเก็บตามจุดตัวอย่าง ข้อมูลที่ได้มาจะอยู่ในรูปพิกัดภูมิศาสตร์ จุดพิกัดที่ได้บันทึกไว้นำไปเข้าโปรแกรมดังนี้

วิธีการจัดทำ

1. ใช้โปรแกรม Quantum GIS ในการทำแผนที่บริเวณที่เก็บตัวอย่าง ณ บริเวณตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างแม่น้ำพังราด จ. ระยอง
2. ทำการแสดงบริเวณพื้นที่ที่มีการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช และ แพลงก์ตอนสัตว์ เป็นต้น โดยข้อมูลแบบจุด (Point)

1.11 การวิเคราะห์ข้อมูล

ศึกษาชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ จากนั้นนำมาหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

1.11.1 ดัชนีทางนิเวศ ดังนี้

ดัชนีความหลากหลาย (Shannon – Weaver Index) ดัชนีการกระจาย หรือ ดัชนีสม่ำเสมอ (Evenness Index) และ ดัชนีความมากชนิด (Species richness)

1.11.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ก) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก Principal Component Analysis (PCA)

ข) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ด้วยวิธีวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ

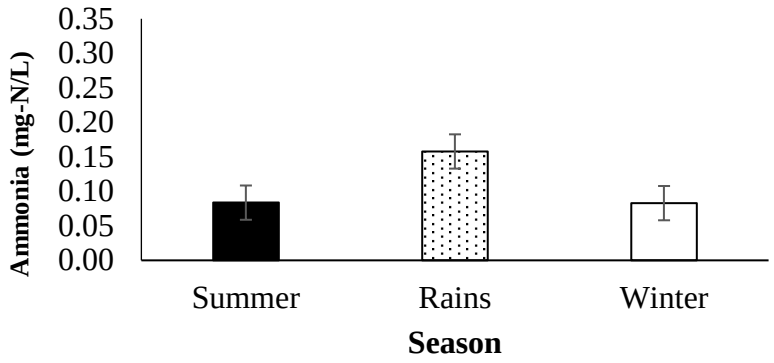
ค) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามฤดูกาล ตามสถานที่ และตามพื้นที่ ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Varinace) พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างคู่ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Crawley, 2005).

2. ผลการวิจัย (Results)

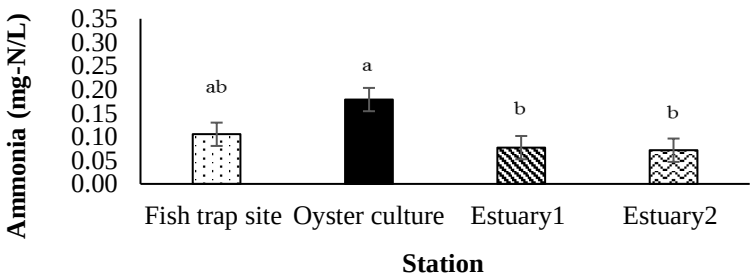
ผลการศึกษาครั้งนี้แบ่งการนำเสนอเป็นในส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้ 2.1 แพลงก์ตอนพืช 2.2 แพลงก์ตอนสัตว์ 2.3 ปริมาณธาตุอาหาร (แอมโมเนีย ไนไตร์ท ไนเตรท ฟอสเฟตละลายน้ำและ ซิลิเกตละลายน้ำ) รวมถึงปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ 2.4 คุณภาพน้ำทางกายภาพ - ทางเคมีบางประการ และ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษากับปัจจัยสิ่งแวดล้อม บริเวณแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง จัดแบ่งผลการศึกษาตามหัวข้อ ดังนี้

2.1 ปริมาณสารประกอบไนโตรเจน:

เก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นแอมโมเนียแล้วนำมาทดสอบทางสถิติ ผลการศึกษาพบว่า ทั้ง 3 ฤดูกาลมีความเข้มข้นของแอมโมเนียไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีแนวโน้มพบว่า ความเข้มข้นแอมโมเนียเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้แก่ ฤดูฝน ฤดูร้อน และฤดูหนาว เท่ากับ 0.158 0.084 และ 0.083 mg-N/L ตามลำดับ (ภาพที่ 2 - 4) หากพิจารณาความเข้มข้นแอมโมเนียในแต่ละสถานีตลอดการศึกษา พบว่า ในสถานีที่ 2 มีค่าสูงกว่าสถานีที่ 1 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ $P > 0.05$) แต่ในสถานีที่ 1 และ 2 มีความเข้มข้นแอมโมเนียสูงกว่าสถานีที่ 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งผลการศึกษามีแนวโน้มพบว่า สถานีที่อยู่ใกล้เคียงกับที่ตั้งบ้านเรือนชุมชน และใกล้กับบริเวณที่เพาะเลี้ยงกุ้ง (สถานีที่ 1 และ 2) จะมีความเข้มข้นแอมโมเนียสูงกว่าบริเวณที่อยู่ใกล้กับปากแม่น้ำพังราด และมีอิทธิพลของน้ำทะเลเข้ามาเจือจาง (สถานีที่ 3 และ 4) อีกด้วย (ภาพที่ 2 - 5)

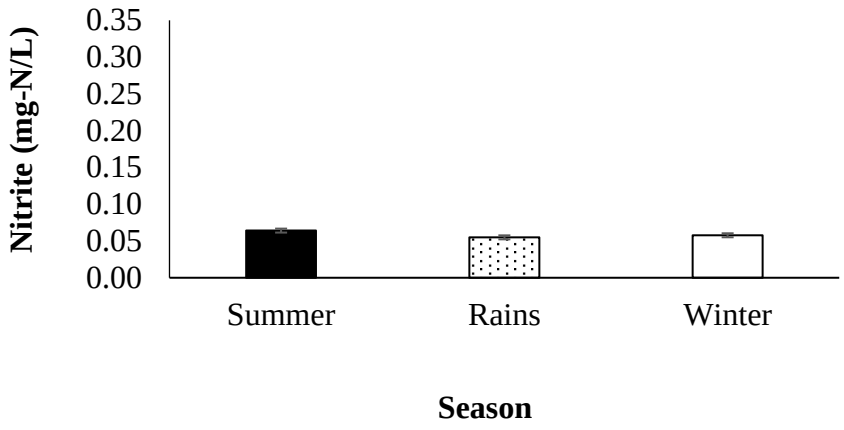


ภาพที่ 2 - 4 ความเข้มข้นเฉลี่ยของแอมโมเนียแต่ละฤดูกาล

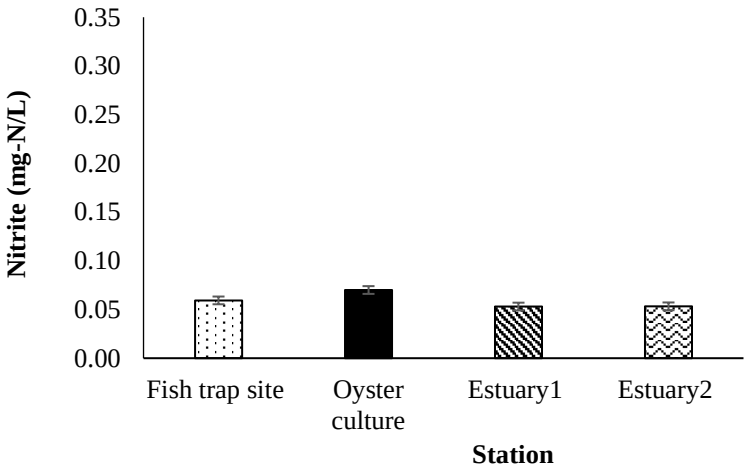


ภาพที่ 2 - 5 ความเข้มข้นเฉลี่ยของแอมโมเนียแยกตามสถานี
*ตัวอักษรที่หมือนกันบนแท่งกราฟแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

เก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นไนไตร์ทแล้วนำมาทดสอบทางสถิติ ผลการศึกษาพบว่า ทั้ง 3 ฤดูกาลมีความเข้มข้นของไนไตร์ทไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีแนวโน้มพบว่า ความเข้มข้นไนไตร์ทเรียงลำดับจากมากไปหาปริมาณน้อยได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูหนาว และฤดูฝน เท่ากับ 0.064 0.055 และ 0.058 mg-N/L ตามลำดับ (ภาพที่ 2 - 6) หากพิจารณาความเข้มข้นไนไตร์ทในแต่ละสถานีตลอดการศึกษา พบว่า ความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยเรียงจากมากไปหาน้อยได้แก่ สถานีที่ 2 (0.070 mg-N/L) 1 (0.059 mg-N/L) ซึ่งสถานีที่ 3 และ 4 มีค่าความเข้มข้นเท่ากันคือ 0.053 mg-N/L (ภาพที่ 2 - 7) ในสถานีที่ 2 และ 1 มีแนวโน้มว่าค่าความเข้มข้นไนไตร์ทสูงกว่าสถานีที่ 3 และ 4 อาจเนื่องจากว่า สถานีที่ 2 และ 1 ตั้งอยู่ใกล้เคียงกับที่ตั้งบ้านเรือนชุมชน และใกล้กับบริเวณที่เพาะเลี้ยงกุ้ง ทำให้มีปริมาณไนไตร์ทสูงกว่าบริเวณที่อยู่ใกล้กับปากแม่น้ำพังราด ประกอบกับได้รับอิทธิพลของน้ำทะเลเข้ามาเจือจาง (สถานีที่ 3 และ 4)

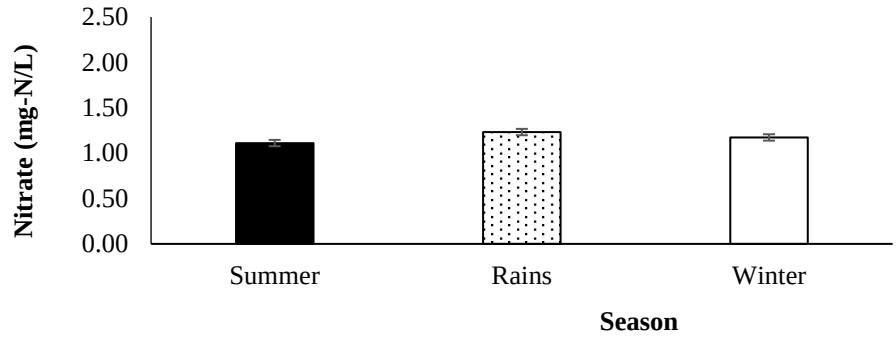


ภาพที่ 2 - 6 ความเข้มข้นเฉลี่ยของไนไตร์ทแต่ละฤดูกาล

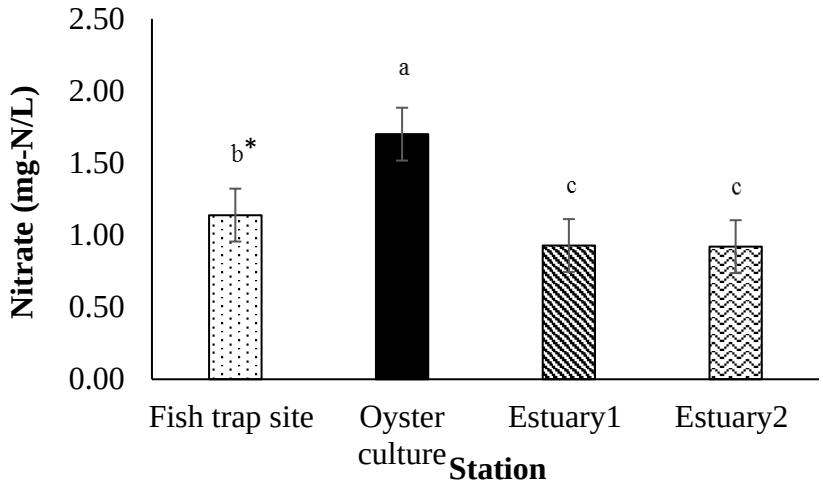


ภาพที่ 2 - 7 ความเข้มข้นเฉลี่ยของไนไตร์ทแยกตามสถานี

เก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นไนเตรทแล้วนำมาทดสอบทางสถิติ ผลการศึกษาพบว่า ทั้ง 3 ฤดูกาลมีความเข้มข้นของไนเตรทไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีแนวโน้มพบว่า ความเข้มข้นแอมโมเนียเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้แก่ ฤดูฝน ฤดูหนาว และ ฤดูร้อน เท่ากับ 1.232 1.173 และ 1.111 mg-N/L ตามลำดับ (ภาพที่ 2 - 8) หากพิจารณาความเข้มข้นไนเตรทในแต่ละสถานีตลอดการศึกษา พบว่า ในสถานีที่ 2 (1.700 mg-N/L) มีค่าสูงกว่าสถานีที่ 1 (1.139 mg-N/L) แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) และทั้งสองสถานีนั้นมีความเข้มข้นที่มากกว่าในสถานีที่ 3 (0.928 mg-N/L) และ 4 (0.920 mg-N/L) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ความเข้มข้นของไนเตรทในสถานีที่ 3 และ 4 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากสถานีที่ 2 และ 1 อยู่ใกล้กับชุมชนที่อาจได้รับผลจากกิจกรรมต่างๆ ของชุมชน เช่น การปล่อยน้ำทิ้งจากบ้านเรือน การปล่อยน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงกุ้ง ในขณะที่สถานีที่ 2 และ 1 อยู่ใกล้กับปากแม่น้ำพังราด และมีอิทธิพลของน้ำทะเลขึ้นลง (ภาพที่ 2 - 9)

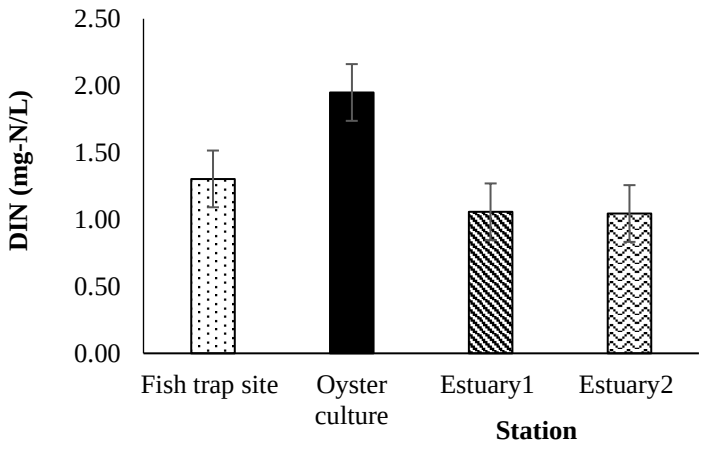


ภาพที่ 2 - 8 ความเข้มข้นเฉลี่ยของไนเตรทแต่ละฤดูกาล



ภาพที่ 2 - 9 ความเข้มข้นเฉลี่ยของไนเตรทรวมแยกตามสถานี
*ตัวอักษรที่หมือนกันบนแท่งกราฟแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

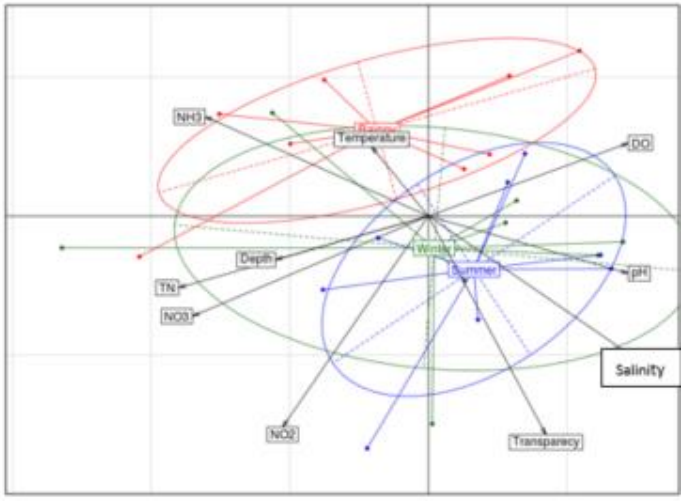
หากพิจารณาความเข้มข้นสารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (ผลรวมความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตร์ท และไนเตรท) ในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยเรียงจากมากไปหาน้อยได้แก่ สถานีที่ 2 (1.949 mg-N/L) 1 (1.303 mg-N/L) 3 (1.303 mg-N/L) และ 4 (1.045 mg-N/L) ตามลำดับ (ภาพที่ 2 - 10) ผลการศึกษาสังเกตได้ว่า ในสถานีที่ 2 และ 1 มีค่าความเข้มข้นสารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำสูงกว่าในสถานีที่ 3 และ 4



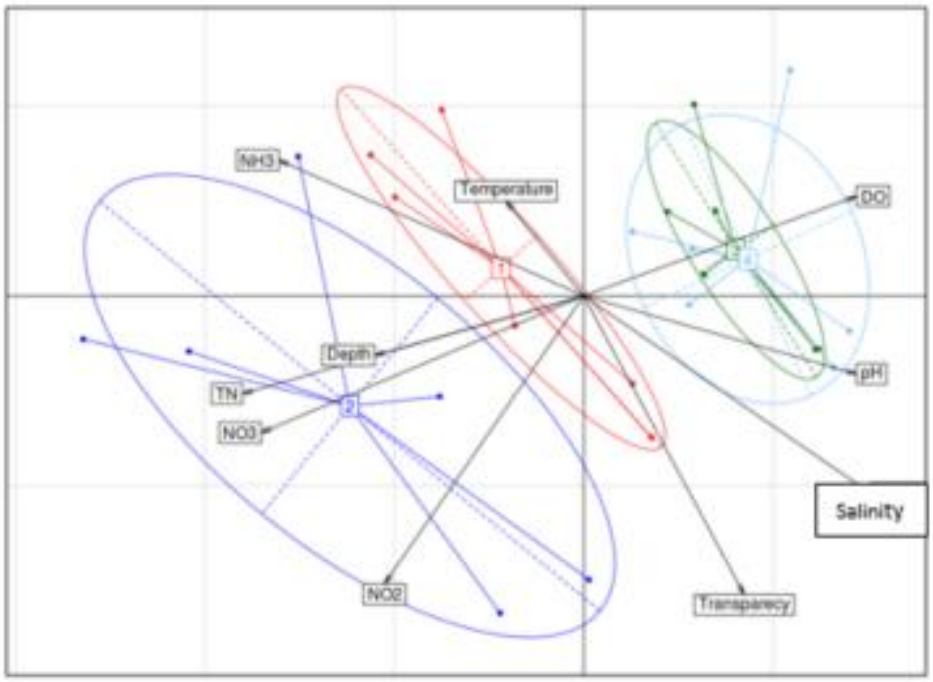
ภาพที่ 2 - 10 ความเข้มข้นสารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำแยกตามสถานี

PCA กับ สารประกอบไนโตรเจน และคุณภาพน้ำ

เมื่อนำข้อมูลความเข้มข้นของสารอาหาร และคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องต่างๆ มาวิเคราะห์ด้วยวิธี PCA พบว่า ในฤดูหนาว และร้อน มีความคล้ายคลึงกัน โดยในฤดูฝนมีคุณภาพน้ำแตกต่างจากฤดูหนาว และร้อน คือ พบว่ามีความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงมากขึ้น สำหรับค่าออกซิเจนละลายน้ำ ความเข้มข้นของไนไตรท พบแนวโน้มว่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ฤดูกาล สำหรับค่าความเค็ม ค่าความโปร่งใสของน้ำ และความเข้มข้นของไนไตร์ทพบว่ามีแนวโน้มมากขึ้นในฤดูหนาว และฤดูร้อน (ภาพที่ 2 – 11 สำหรับในภาพที่ 2 – 12 เป็นการวิเคราะห์ PCA โดยการพิจารณาตามสถานีตลอดการศึกษา พบว่า คุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสถานีโดยมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยในสถานีที่ 2 พบแนวโน้มความสัมพันธ์ค่อนข้างชัดเจนของความเข้มข้นแอมโมเนีย ไนไตร์ท ไนเตรท และสารอนินทรีย์ไนโตรเจน และยังพบว่าในสถานีที่ 1 พบความเข้มข้นแอมโมเนีย และอุณหภูมิสูง และนอกจากนี้ยังพบว่าในสถานีที่ 3 และ 4 พบแนวโน้มที่สูงในพารามิเตอร์ของความเป็นกรดและด่าง ค่าออกซิเจนละลายน้ำ และค่าความเค็ม เนื่องจากเป็นสถานีที่อยู่ปากแม่น้ำได้รับอิทธิพลจากทะเล



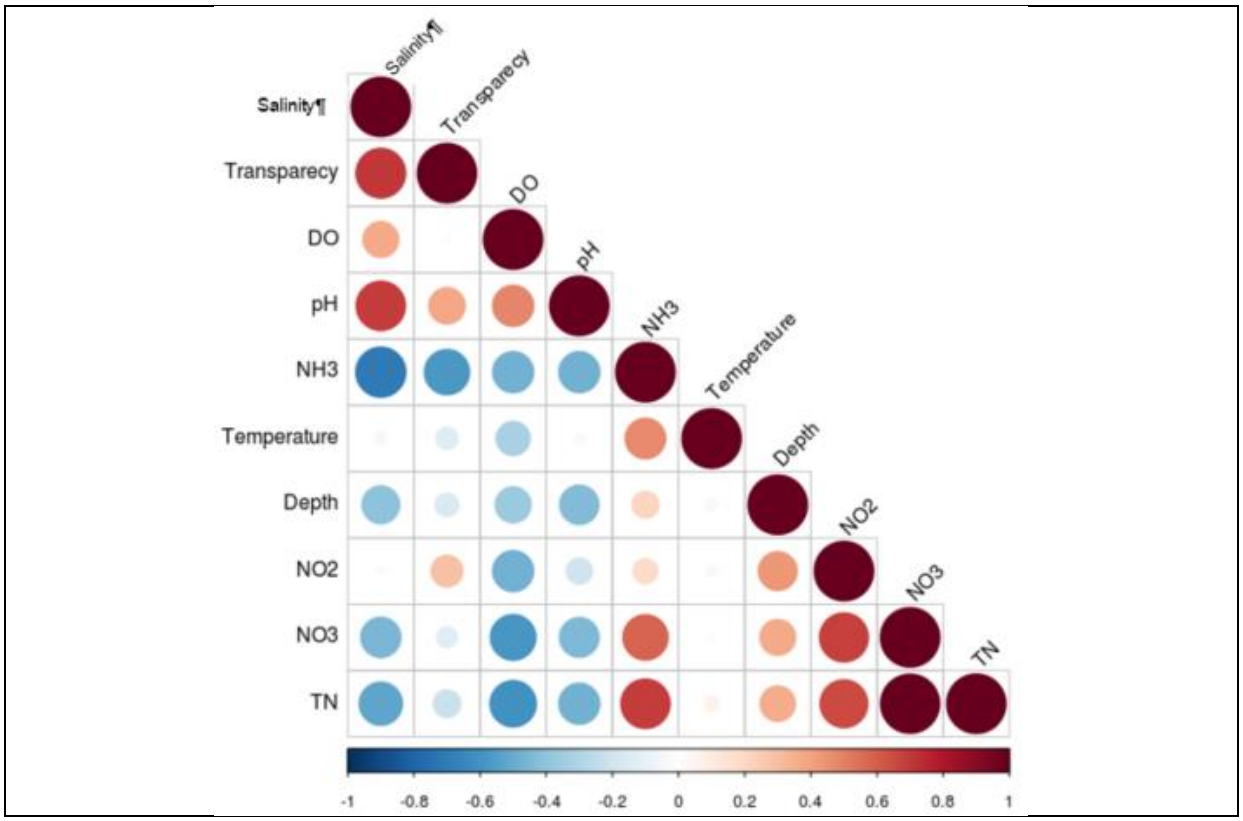
ภาพที่ 2 - 11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารอนินทรีย์ไนโตรเจน และคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องพิจารณาเป็นฤดูกาล



ภาพที่ 2 - 12 แนวโน้มของคุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาแต่ละสถานี

ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบไนโตรเจน และคุณภาพน้ำ

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารอนินทรีย์ไนโตรเจน และพารามิเตอร์น้ำต่างๆ ดังภาพที่ 2 – 13 และนำมาสรุปดังตารางที่ 2 – 3 โดยพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของไนไตร์ทกับแอมโมเนีย ไนไตร์ทกับไนเตรท แอมโมเนียกับไนเตรท แอมโมเนียกับอุณหภูมิ เท่ากับ +0.18 +0.68 +0.58 และ +0.47 ตามลำดับ หมายถึงว่า มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน เช่น เมื่อพบว่าความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงก็จะพบว่าความเข้มข้นของไนไตร์ทสูงเช่นเดียวกัน เป็นต้น ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ของแอมโมเนียกับออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ -0.48 ซึ่งมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้าม คือ เมื่อในน้ำมีความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงก็จะพบว่าน้ำในแหล่งนั้นพบค่าออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในปริมาณน้อย



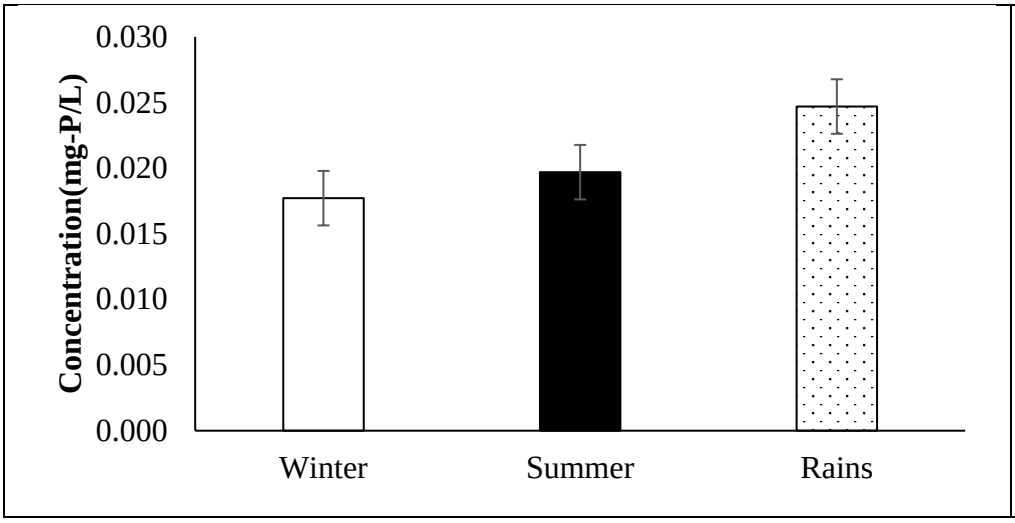
ภาพที่ 2 – 13 ค่าการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสารอนินทรีย์ไนโตรเจนในน้ำกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 2 – 3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสารอนินทรีย์ไนโตรเจนในน้ำกับปัจจัยแวดล้อม

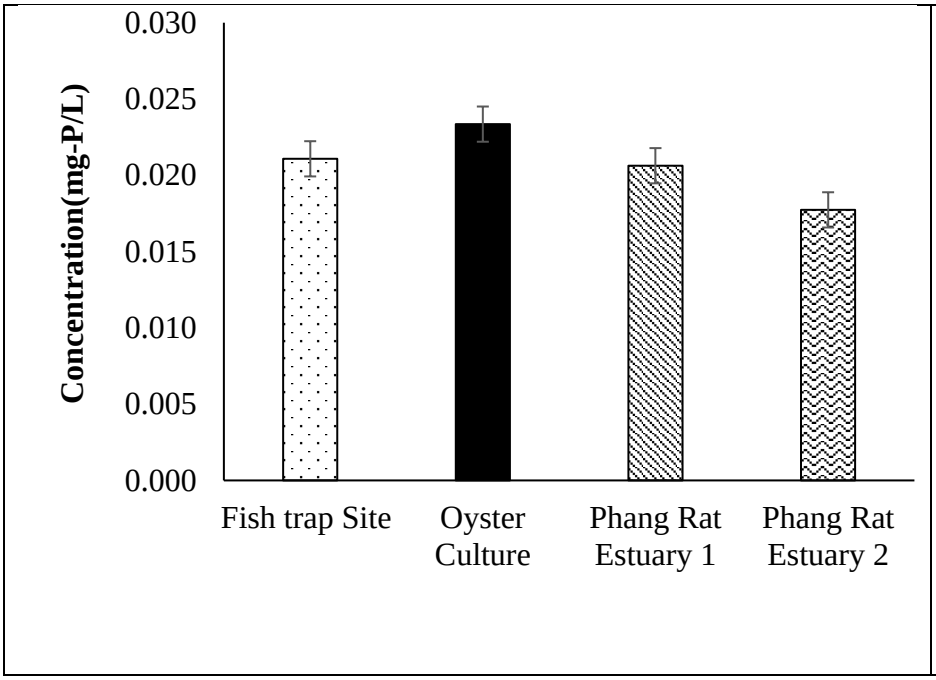
พารามิเตอร์และความสัมพันธ์		ค่าความสัมพันธ์
ไนไตรท์	แอมโมเนีย	0.18
ไนเตรท	ไนไตรท์	0.68
แอมโมเนีย	ไนเตรท	0.58
แอมโมเนีย	อุณหภูมิ	0.47
แอมโมเนีย	ออกซิเจนละลายน้ำ	-0.48

2.2 ปริมาณสารประกอบฟอสเฟตละลายน้ำ

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นเฉลี่ยของฟอสเฟตละลายน้ำตามฤดูกาลพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นของฟอสเฟตละลายน้ำเรียงจากความเข้มข้นมากไปหาน้อยได้แก่ ในฤดูฝน ร้อน และหนาว มีค่าเท่ากับ 0.025 ± 0.002 0.020 ± 0.004 และ 0.018 ± 0.002 mg-P/L ตามลำดับ (ภาพที่ 2 – 14) หากพิจารณาความเข้มข้นเฉลี่ยของฟอสเฟตละลายน้ำในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่าความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นที่มากที่สุดพบในสถานีที่ 2 เท่ากับ 0.021±0.002 mg-P/L และ สถานีที่ความเข้มข้นน้อยที่สุดคือ สถานีที่ 3 เท่ากับ 0.017±0.003 mg-P/L ตามลำดับ (ภาพที่ 2 – 15)



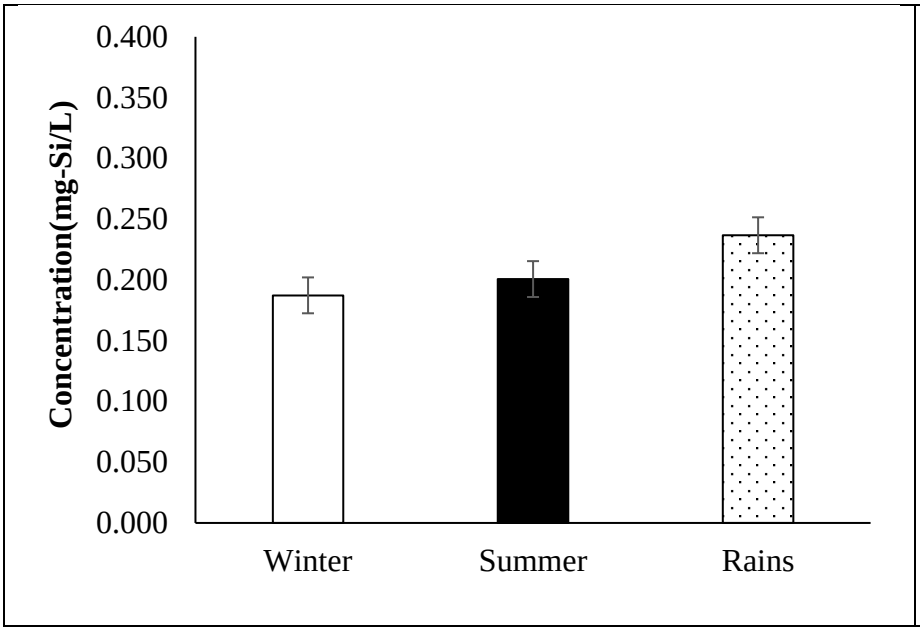
ภาพที่ 2 – 14 ความเข้มข้นของฟอสเฟตละลายน้ำตามฤดูกาล



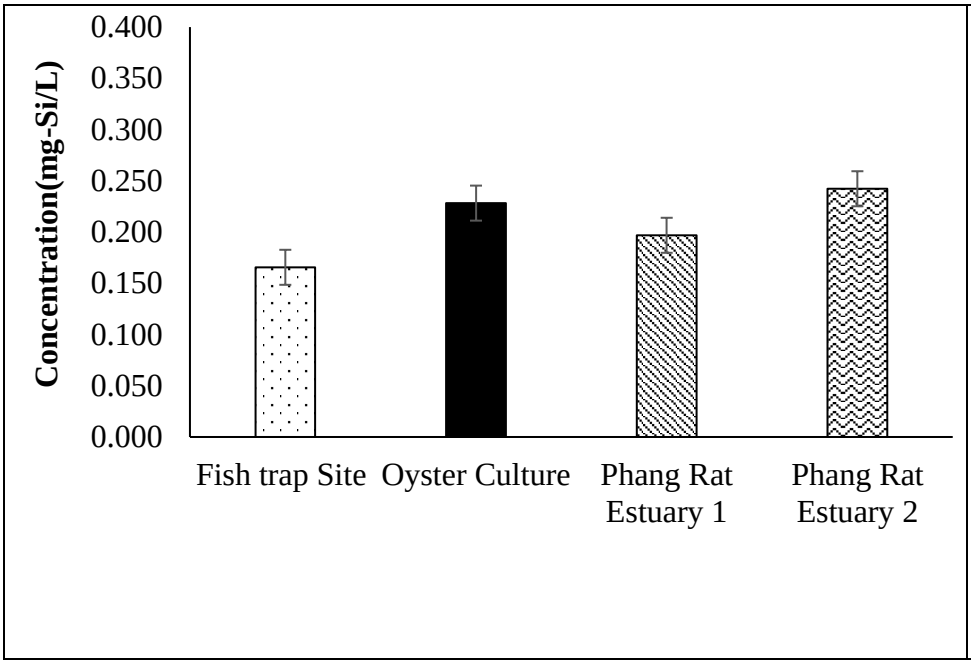
ภาพที่ 2 – 15 ความเข้มข้นของฟอสเฟตละลายน้ำตามสถานี

2.3 ปริมาณสารประกอบซิลิเกตละลายน้ำ

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นเฉลี่ยของซิลิเกตละลายน้ำตามฤดูกาลพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นของซิลิเกตละลายน้ำเรียงจากความเข้มข้นมากไปหาน้อยได้แก่ ในฤดูฝน ร้อน และหนาว มีค่าเท่ากับ 0.237±0.018 0.201±0.051 และ 0.187±0.082 mg-Si/L ตามลำดับ (ภาพที่ 2 – 16) หากพิจารณาความเข้มข้นเฉลี่ยของซิลิเกตละลายน้ำในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นที่มากที่สุดพบในสถานีที่ 2 เท่ากับ 0.242± 0.052 mg-P/L และ สถานีที่ความเข้มข้นน้อยที่สุดคือ สถานีที่ 3 เท่ากับ 0.166±0.067 mg-Si/L ตามลำดับ (ภาพที่ 2 – 17)



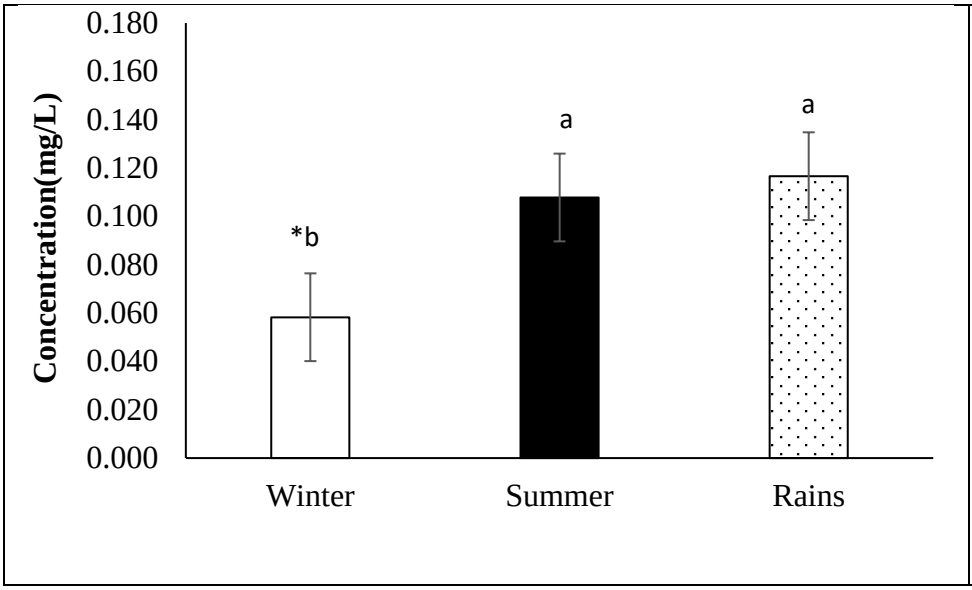
ภาพที่ 2 – 16 ความเข้มข้นของซิลิเกตละลายน้ำตามฤดูกาล



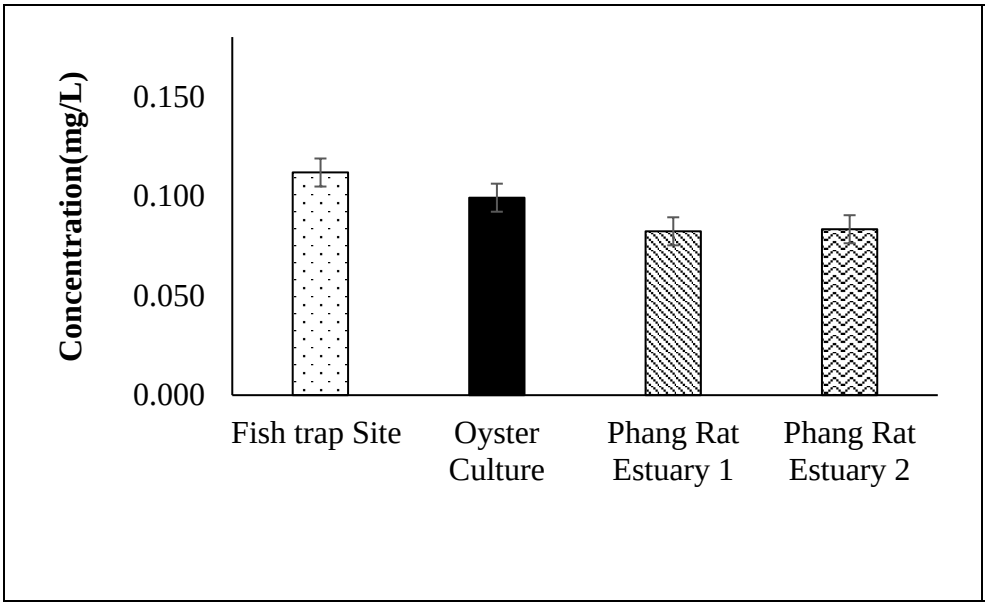
ภาพที่ 2 - 17 ความเข้มข้นของซิลิเกตละลายน้ำตามสถานี

2.4 ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ

เมื่อพิจารณาปริมาณเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยในน้ำตามฤดูกาล พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีปริมาณเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยในน้ำเรียงจากมากไปหาน้อยได้แก่ ฤดูฝน ร้อน และ หนาว เท่ากับ 0.117 ± 0.027 0.108 ± 0.011 และ 0.058±0.007 mg/L ตามลำดับ ซึ่งในฤดูฝน และร้อนมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ทั้งสองฤดูกาลมีค่าแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) กับฤดูหนาว (ภาพที่ 2 –18) หากพิจารณาปริมาณเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยในน้ำในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า ปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นที่มากที่สุดพบในสถานีที่ 1 เท่ากับ 0.112 ±0.039 mg/L (ซึ่งในสถานีที่ 1 และ 2 มีค่าใกล้เคียงกัน) และ สถานีที่ความเข้มข้นน้อยที่สุดคือสถานีที่ 3 เท่ากับ 0.082 ±0.024 mg/L ตามลำดับ (ซึ่งในสถานีที่ 3 และ 4 มีค่าใกล้เคียงกัน) (ภาพที่ 2 – 19)



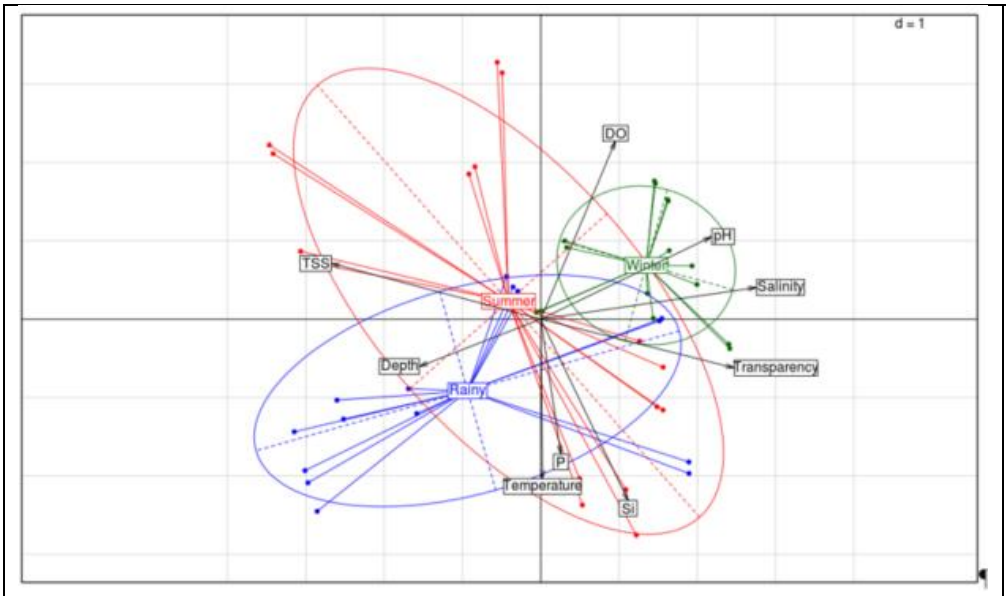
ภาพที่ 2 – 18 ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำแต่ละฤดูกาลตลอดการศึกษา
* ตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)



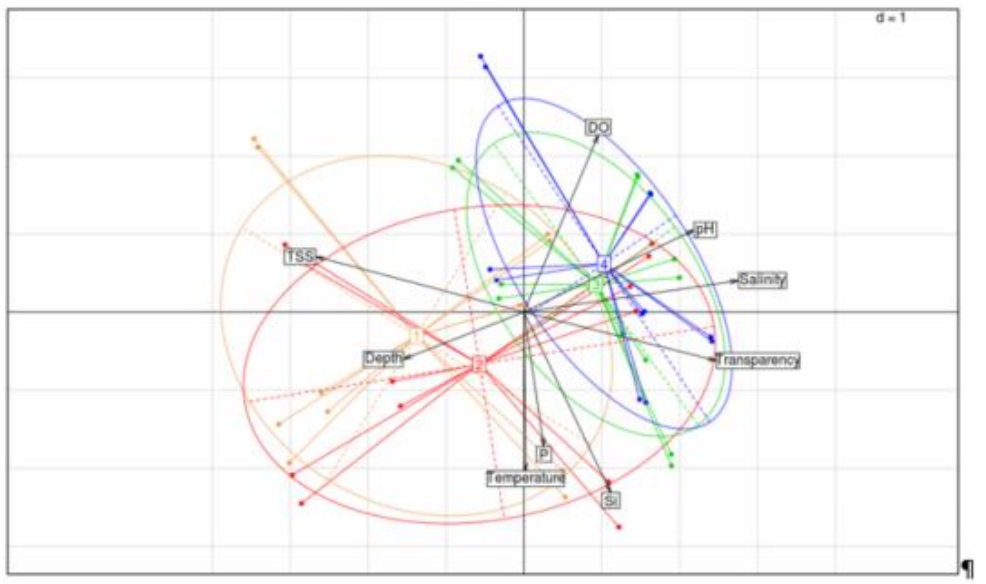
ภาพที่ 2 – 19 ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำแต่ละสถานีตลอดการศึกษา

2.5 PCA กับปริมาณฟอสเฟตละลายน้ำ ซิลเกตละลายน้ำ ตะกอนแขวนลอย และ คุณภาพน้ำ

นำผลการวิเคราะห์ค่าสารอนินทรีย์ละลายน้ำทั้งฟอสเฟต ซิลิเกต รวมถึงปริมาณตะกอนแขวนลอยและคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์ด้วย PCA (ภาพที่ 2 -20) ผลการวิเคราะห์พบว่า ทั้ง 4 สถานีมีคุณภาพคล้ายคลึงกัน ไปในทิศทางเดียวกัน โดยในสถานีที่ 3 และ 4 พบความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรดด่าง ค่าความโปร่งใส และค่าความเค็มมีแนวโน้มสูงขึ้น ในขณะที่สถานีที่ 1 และ 2 พบแนวโน้มมีค่าที่สูงขึ้นของฟอสเฟตละลายน้ำ และ ปริมาณตะกอนแขวนลอย อีกทั้งพบแนวโน้มว่าความเข้มข้นของซิลิเกตเพิ่มมากขึ้นในสถานีที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับน้ำมาจากภูเขา หรือพื้นที่ลุ่มน้ำที่อยู่เหนือขึ้นไป อาจกล่าวได้ว่า ได้รับอิทธิพลจากแผ่นดินมากกว่าในสถานีที่ 3 และ 4 จากภาพที่ 2 –21 พบว่าในฤดูหนาว และร้อน พบแนวโน้มที่สูงขึ้นในค่าออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรดด่าง ค่าความโปร่งใส และค่าความเค็ม ในขณะที่ในฤดูฝน และฤดูร้อนมีแนวโน้มค่าที่สูงขึ้นในส่วนของฟอสเฟตละลายน้ำ ซิลิเกตละลายน้ำ และ ปริมาณตะกอนแขวนลอย



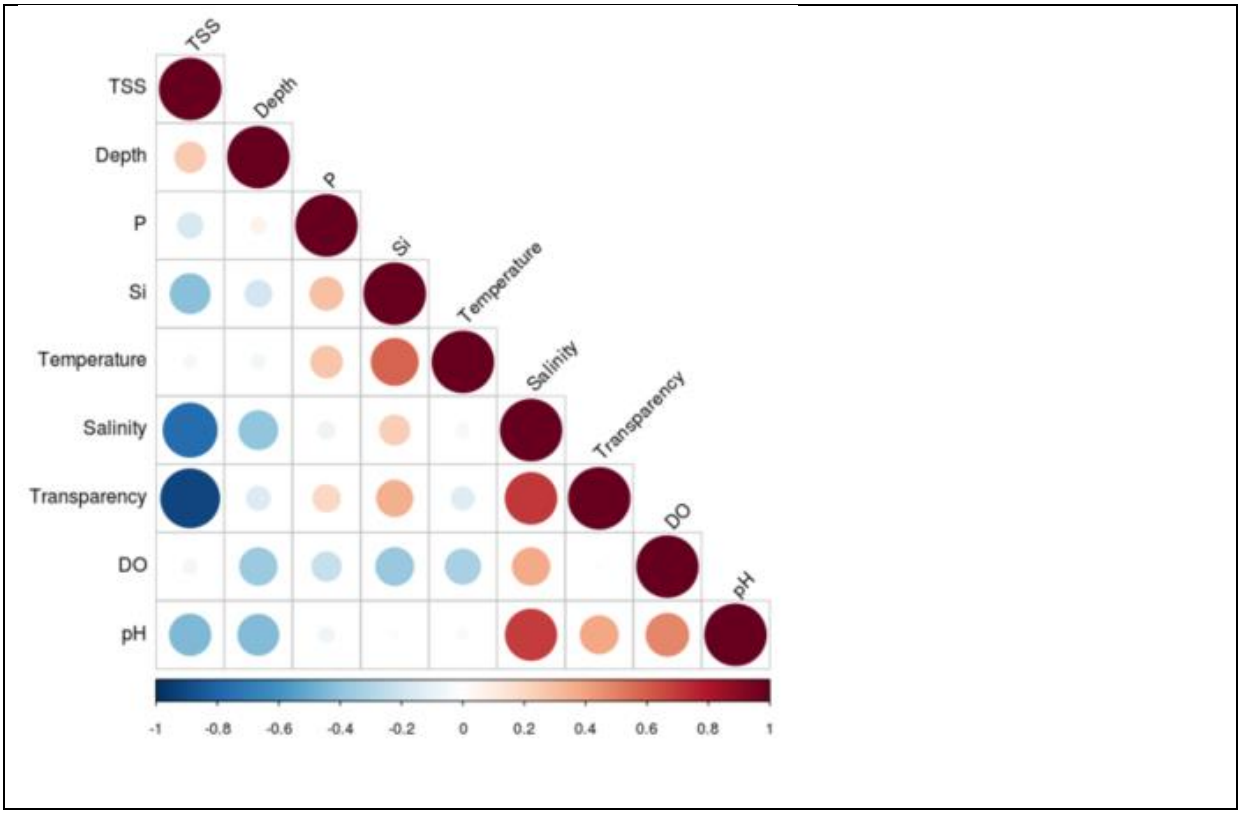
ภาพที่ 2- 20 การวิเคราะห์แยกตามฤดูกาลของค่าความสัมพันธ์สารอาหาร และปัจจัยแวดล้อมด้วยวิธี PCA



ภาพที่ 2- 21 การวิเคราะห์แยกตามสถานีของค่าความสัมพันธ์สารอาหาร และปัจจัยแวดล้อมด้วยวิธี PCA

2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสเฟตละลายน้ำ ซิลิเกตละลายน้ำ และ ตะกอนแขวนลอย และคุณภาพน้ำ

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารอนินทรีย์ในน้ำ และปัจจัยสิ่งแวดล้อมในน้ำ แสดงดังภาพที่ 2 - 22 และนำมาสรุปดังตารางที่ 2 – 4 โดยพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ความเข้มข้นของฟอสเฟตละลายน้ำกับซิลิเกตละลายน้ำ เท่ากับ 0.28 หมายถึงแนวโน้มที่เมื่อพบความเข้มข้นของฟอสเฟตก็จะพบความเข้มข้นของซิลิเกตในทิศทางเดียวกันด้วย และ ค่าสหสัมพันธ์ความเข้มข้นซิลิเกตละลายน้ำกับความเค็ม เท่ากับ 0.24 หมายถึงแนวโน้มที่แสดงว่าซิลิเกตมีความเกี่ยวข้องกับความเค็มของน้ำ



ภาพที่ 2 - 22 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและปัจจัยแวดล้อม

ตารางที่ 2 – 4 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและปัจจัยแวดล้อม

พารามิเตอร์และความสัมพันธ์		ค่าความสัมพันธ์
ฟอสฟอรัส	อุณหภูมิ	0.27
ฟอสฟอรัส	ความโปร่งแสง	0.20
ฟอสฟอรัส	ซิลิเกต	0.28
ซิลิเกต	ความเค็ม	0.24
ซิลิเกต	ความโปร่งแสง	0.35
ซิลิเกต	อุณหภูมิ	0.57
ตะกอนแขวนลอยในน้ำ	ความลึก	0.25

2.7 แพลงก์ตอนพืช

2.7.1 ชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่พบในการศึกษา

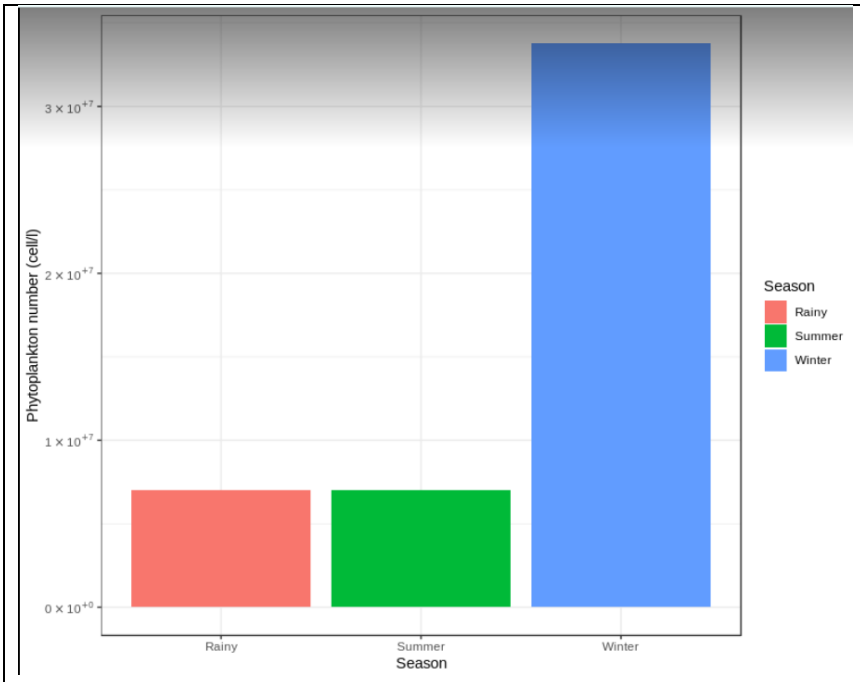
พบแพลงก์ตอนพืช 54 สกุล ซึ่งแบ่งเป็นรายละเอียดดังนี้ 1) Division Bacillariophyta จำนวน 27 สกุล 2) Division Chlorophyta จำนวน 9 สกุล 3) Division Dinophyta จำนวน 6 สกุล 4) Division Cyanophyta จำนวน 5 สกุล และ 5) Division จำนวน 2 สกุล ดังตารางที่ 2 – 5

ตารางที่ 2 - 5 ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง

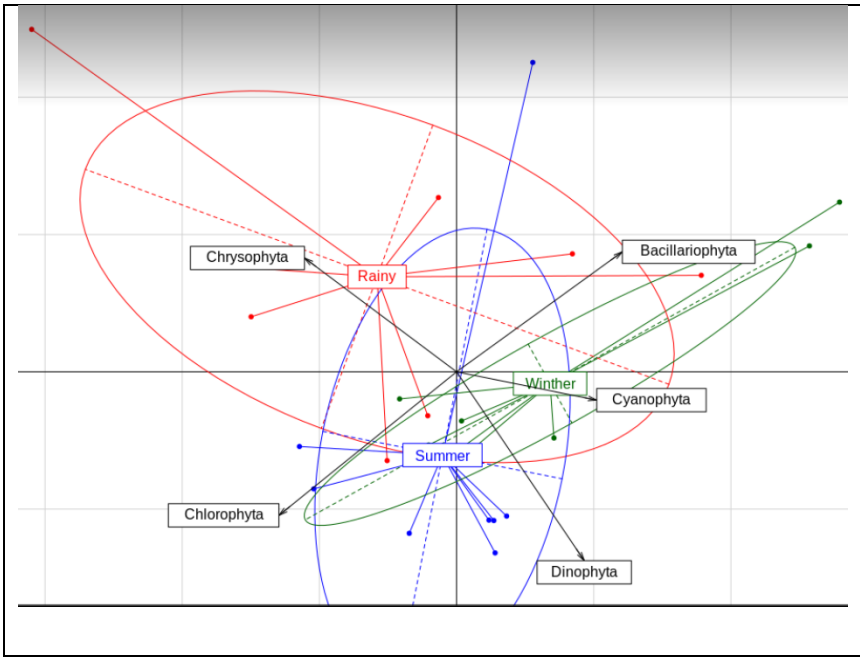
Division	Genus	Division	Genus
Bacillariophyta	**27**	**Chlorophyta**	**9**
	Pseudo_nitzschia		Dictyosphaerium
	Ditylum		Trachelomonas
	Chaetoceros		Pyrophacus
	Pseudoguinardia		Codium
	Coscinondiscus		Radiococcus
	Cyclotella		Lagerheimia
	Gyrosigma		Scenedesmus
	Bacteriastrum		Pediatrum
	Bacillaria		Euglena
	Nitzechia		
	Pleurosigma	**Dinophyta**	**6**
	Odontella		Ceratium
	Guinardia		Triceralium
	Thalassionema		Dinophysis
	Lauderia		Porocentrum
	Navicula		Noctiluca
	Rhizosolenia		Peridinium
	Surirella	**Cyanophyta**	**5**
	Entomoneis		Dictyocha
	Thalassiosira		Synura
	Lithodesmium		Spirulina
	Melosira		Dictyocha
	Eucampia		Synura
	Diploneis		
	Asterionellopsis	**Chrysophyta**	**2**
	Hemiaulus		Dictyocha
	Cylindrotheca		Synura

2.7.2 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช:

หากพิจารณาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชตามฤดูกาล พบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชเรียงจากมากไปน้อยได้แก่ ในฤดูหนาว ฤดูร้อน และ ฤดูฝน มีความหนาแน่นเท่ากับ 33,762,531 6,987,285 และ 6,985,740 Cell/ L ตามลำดับ ซึ่งจากแนวโน้มพบว่าความหนาแน่นในฤดูร้อนและฝนใกล้เคียงกันมาก (ภาพที่ 2 – 23 – และ 2 - 24)

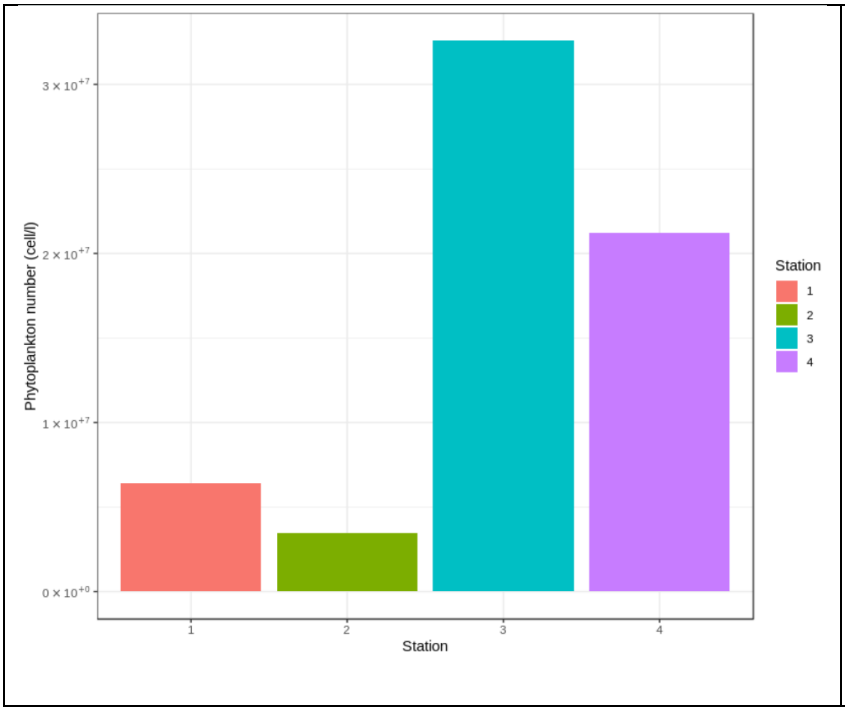


ภาพที่ 2 - 23 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชพิจารณาตามฤดูกาล

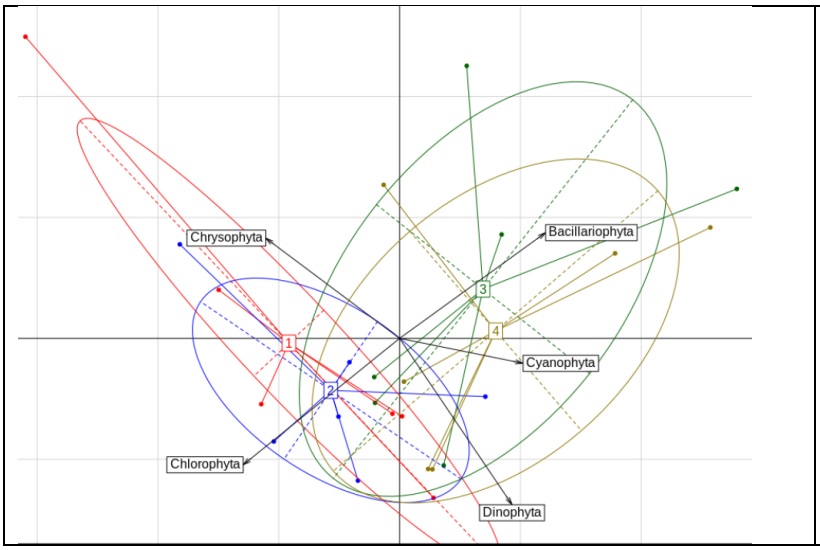


ภาพที่ 2 - 24 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชพิจารณาตามฤดูกาล ด้วย PCA

หากพิจารณาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชตามสถานี พบว่า เรียงจากมากไปน้อยได้แก่ สถานีที่ 3 (32,582,897 Cell/L) 4 (21,224,438 Cell/L) 1 (6,406,189 Cell/L) และ 2 (3,433,884 Cell/L) ตามลำดับ ซึ่งจากแนวโน้มแล้วพบว่าสถานีที่อยู่บริเวณปากแม่น้ำ (สถานีที่ 3 และ 4) พบแพลงก์ตอนพืชมากกว่าในสถานีที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน (สถานีที่ 1 และ2) ภาพที่ 2 – 25 และ 2-26

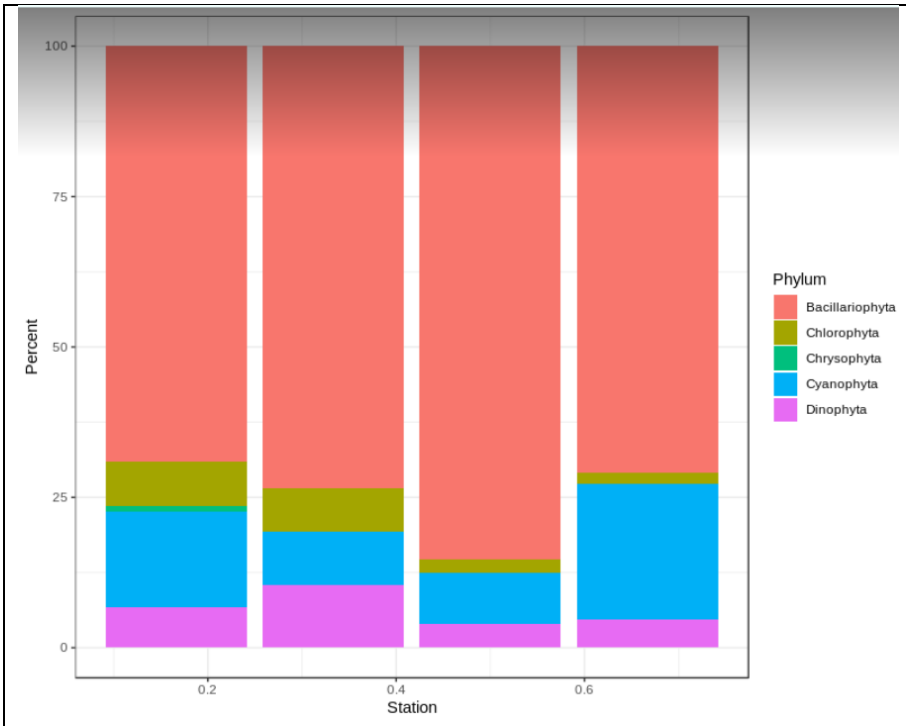


ภาพที่ 2 - 25 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชพิจารณาตามฤดูกาล



ภาพที่ 2 - 26 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชพิจารณาตามฤดูกาลด้วย PCA

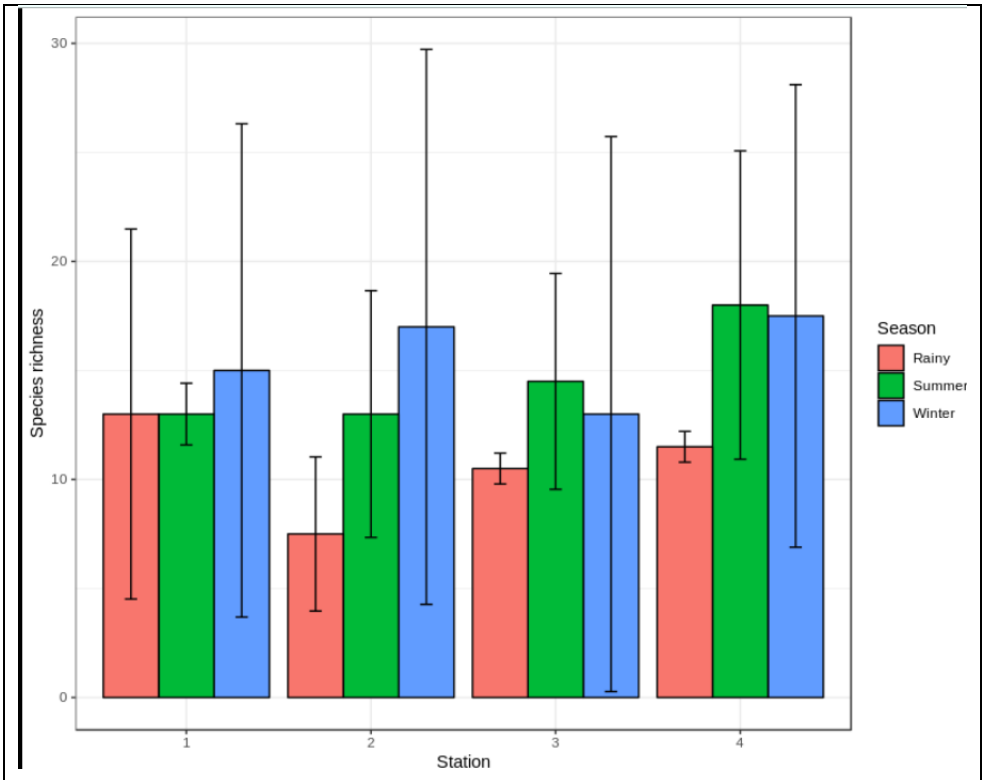
จากภาพที่ 2 – 27 แนวโน้มสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชที่พบจากการศึกษา พบว่าไฟลัม Bacillariophyta เป็นชนิดเด่นพบได้ในสัดส่วนที่สูงตั้งแต่ร้อยละ 70 เป็นต้นไป รองลงมาตามลำดับได้แก่ ไฟลัม Chlorophyta Dinophyta Cyanophyta และ Chrysophyta ตามลำดับ



ภาพที่ 2 - 27 สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชพิจารณาตามสถานี

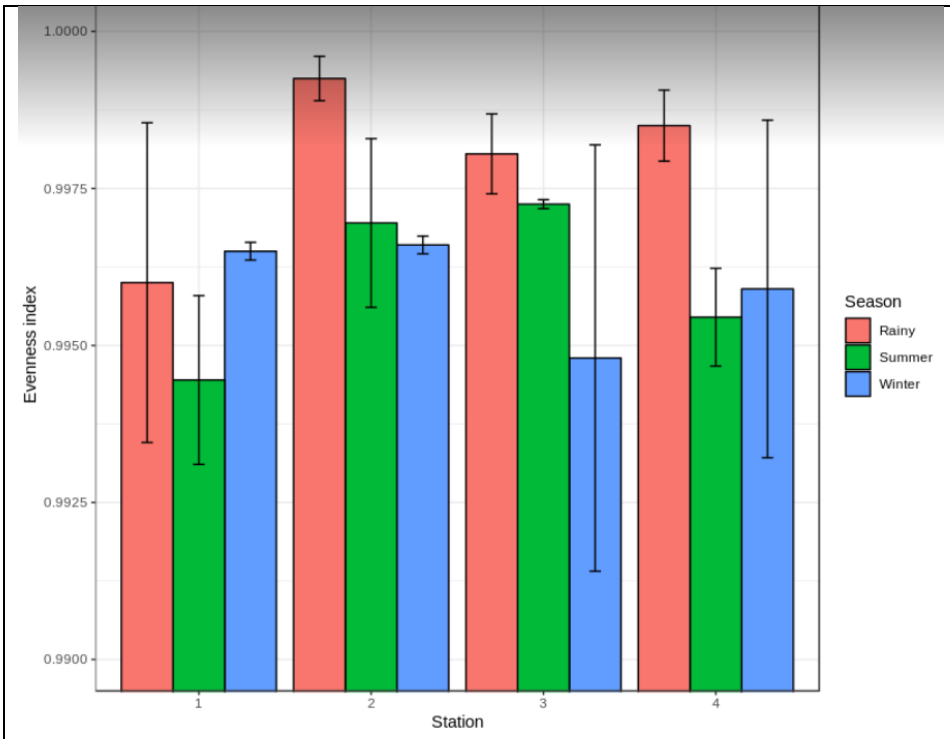
2.7.3 ค่าดัชนีของแพลงก์ตอนพืช:

จากการศึกษาครั้งนี้ผลการศึกษาค่า Species Richness พบว่า ช่วงฤดูหนาวในทุกๆ สถานีพบ Species Richness มีแนวโน้มสูงกว่าในฤดูกาลอื่น รองลงมาเป็นช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน ตามลำดับ ตลอดการศึกษาพบว่าค่า Species Richness มีพิสัยอยู่ในช่วง 4 - 26 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.625 ± 6.467 และพบแนวโน้มว่าในสถานีที่ 3 และ 4 พบ Species Richness มากกว่าในสถานีที่ 1 และ 2 (ภาพที่ 2 – 28)



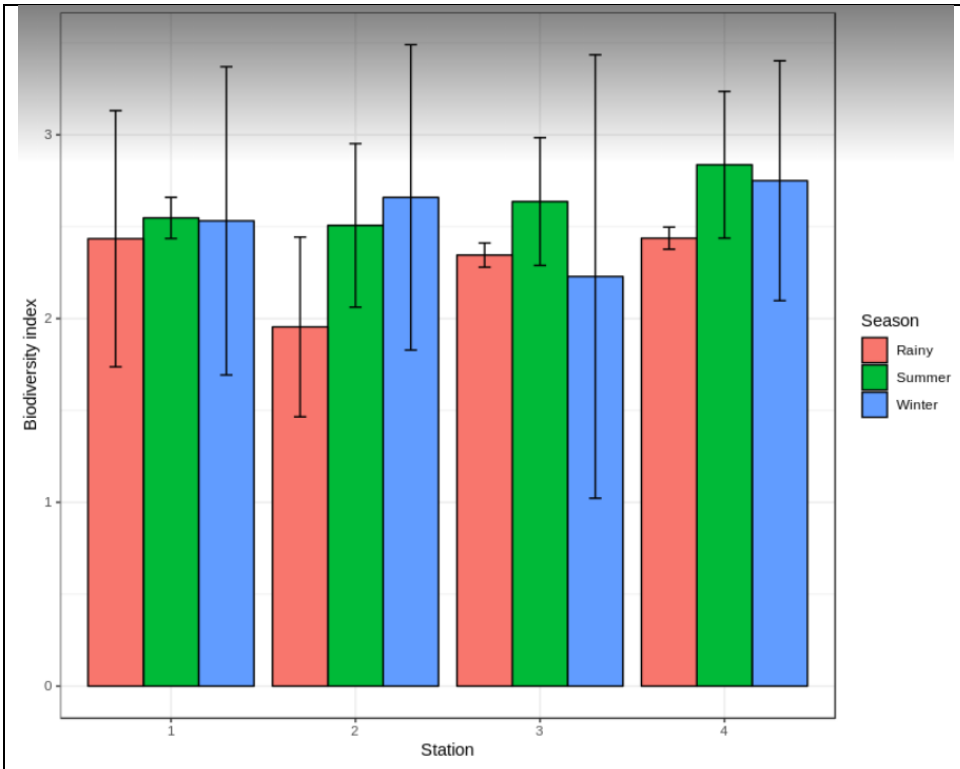
ภาพที่ 2 - 28 ค่า Species Richness ตามสถานี

จากการศึกษาครั้งนี้ผลการศึกษาค่า Evenness Index พบว่า ช่วงฤดูฝนในทุกๆ สถานีพบ Evenness Index มีแนวโน้มสูงกว่าในฤดูกาลอื่น ในขณะที่ฤดูร้อน และฤดูหนาวมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ตลอดการศึกษาพบว่าค่า Species Richness มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.992 – 0.999 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.996 ± 0.002 และพบแนวโน้มว่าในสถานีที่ 2 3 และ 4 พบ Evenness Index มากกว่าในสถานีที่ 1 (ภาพที่ 2 – 29)



ภาพที่ 2 - 29 ค่า Evenness Index ตามสถานี

จากการศึกษาครั้งนี้ผลการศึกษาค่า Biodiversity Index พบว่า ช่วงฤดูหนาวในสถานีที่ 3 2 และ 1 มีค่ามากกว่าในฤดูร้อน และฝนในสถานีดังกล่าวา ตลอดการศึกษาพบว่าค่า Biodiversity Index มีพิสัยอยู่ในช่วง 1.376 – 3.247 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.489 ± 0.500 และพบแนวโน้มว่าในสถานีที่ 1 มีค่า Biodiversity Index ใกล้เคียงกันทั้งในฤดูฝน ร้อน หนาว ในขณะที่ในสถานีที่ 2 3 และ 4 พบว่า ในแต่ละฤดูกาลให้ค่าที่แตกต่างกันมากว่าในสถานีที่ 1 (ภาพที่ 2 – 30)



ภาพที่ 2 - 30 ค่า Biodiversity Index ตามสถานี

2.7.4 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชกับปัจจัยแวดล้อม:

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ดังตารางที่ 2 – 6 โดยพบว่า ค่า Biodiversity Index ของแพลงก์ตอนพืชมีค่าความสัมพันธ์กับ ค่า pH ค่าความโปร่งใสของน้ำ ค่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ค่าออกซิเจนละลายน้ำ และค่าความเค็ม เท่ากับ 0.31 0.45 0.24 0.33 และ 0.42 หมายถึงว่า ปัจจัยสิ่งสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ส่งเสริมให้พบว่ามีค่า Biodiversity Index เพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน และยังพบความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชกับออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเท่ากับ 0.16 หมายถึงเมื่อพบแพลงก์ตอนพืชมากมีแนวโน้มจะพบออกซิเจนละลายน้ำได้มากเช่นกัน

ตารางที่ 2 – 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ

พารามิเตอร์และความสัมพันธ์		ค่าความสัมพันธ์
ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช	ความเค็ม	0.037
ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช	ความโปร่งใสของน้ำ	0.066
ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช	ออกซิเจนละลายน้ำ	0.16
ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช	Species Richness	0.26
ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช	Biodiversity Index	0.24
Biodiversity Index	pH	0.31
Biodiversity Index	ความโปร่งใสของน้ำ	0.45
Biodiversity Index	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช	0.24
Biodiversity Index	ออกซิเจนละลายน้ำ	0.33
Biodiversity Index	ความเค็ม	0.42

2.8 แพลงก์ตอนสัตว์

2.8.1 ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในการศึกษา

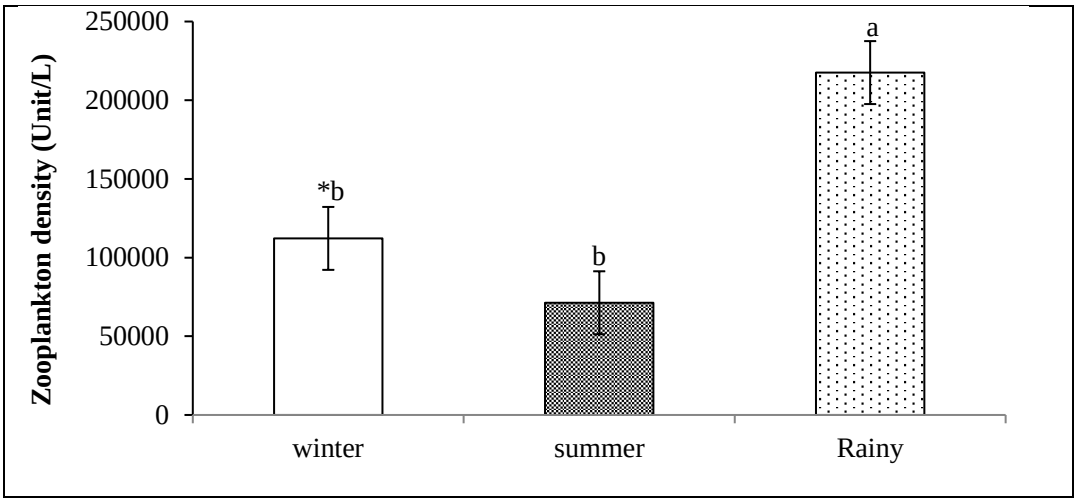
จากการศึกษาความหลากหลายแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง โดยทำการศึกษาตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนตุลาคม 2559 จำนวน 4 สถานี พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 9 Phylum 11 Class 12 Order 8 Family ดังนี้ 1) Phylum Protozoa มี 1 Class 1 Order 1 Family 2) Phylum Cnidaria มี 1 Class 1 Order 1 Family 3) Phylum Chaetognatha มี 1 Class 1 Family 4) Phylum Annelida 1 Class 1 Order 5) Phylum Arthropoda มี 2 Class 6 Order 3 Family 6) Phylum Mollusca มี 2 Class 1 Order 1 Family 7) Phylum Chordata 1 Class 8) Phylum Echinodermata มี 1 Class และ 9) Phylum Rotifer มี 2 Class 2 Order 2 Family (ตารางที่ 2 – 7)

ตารางที่ 2 – 7 ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบบริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง

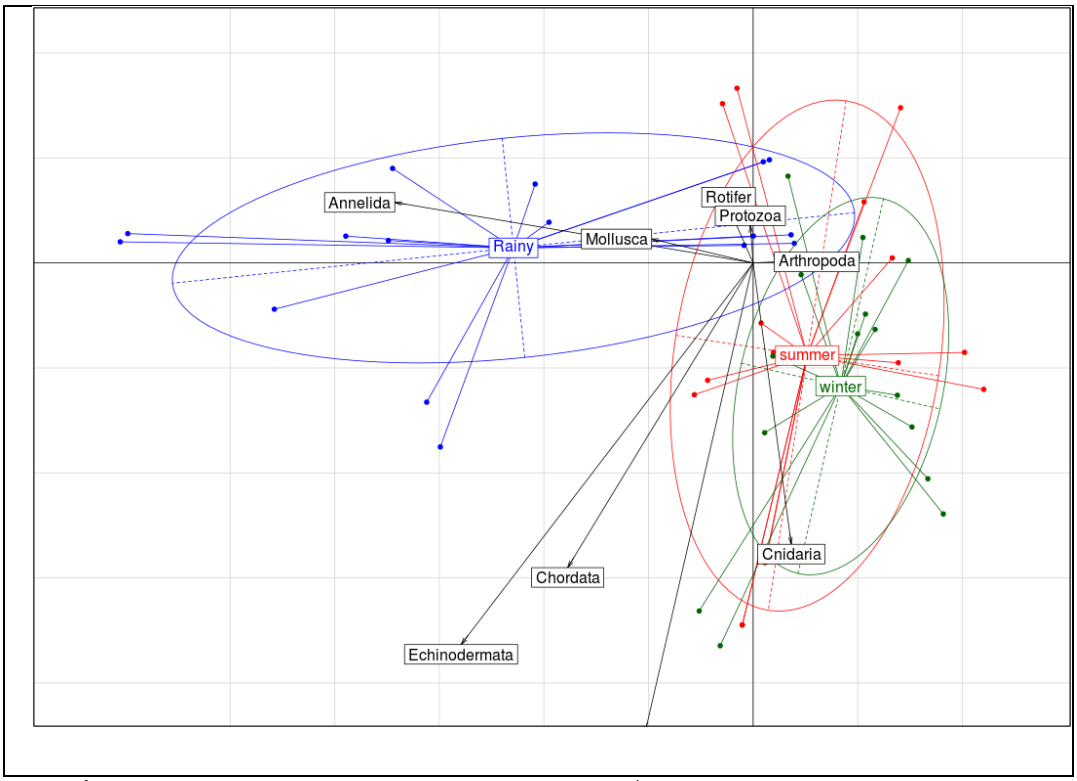
Phylum	Class	Order	Family
Protozoa	Ciliata	Tintinnida	Tintinnididae
Cnidaria	Hydrozoa	Leptomedusae	Phialuciidae
Chaetognatha	Sagittoidae		
Annelida	Polychaeta		
Arthropoda	Crustacea	Calanoida	
		Cyclopidae	
		Harpacticoida	
		Decapoda	Lucifer protozoea
			Brachyuran larvae
		Mysidaca	
		Diplostraca	Moinidae
Molluscas	Gastropoda	Thecosomata	Limacinidae
	Bivalvia		
Chordata	Larvacea	Oikopleurida	
Echinodermata	Echinoidea		
Rotifer	Monogononta	Ploima	Brachionidea
	Eurotatoria	Bdelloidea	Habrotrochidea

2.8.2 แพลงก์ตอนสัตว์เมื่อพิจารณาตามฤดูกาล

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ตามช่วงเวลา พบว่าฤดูฝน มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุด (217,560.8 Unit/L) รองลงมาเป็นฤดูหนาว (112,196.1 Unit/L) และฤดูร้อน (71,297.63 Unit/L) ตามลำดับ (ภาพที่ 2 - 31) ซึ่งเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธี PCA พบว่าทั้ง 3 ฤดู พบแพลงก์ตอนสัตว์ได้ในความหนาแน่นที่มากในไฟลัม Arthropoda Mollusca Annelida และ Chordata ตามลำดับ (ภาพที่ 2 - 32)



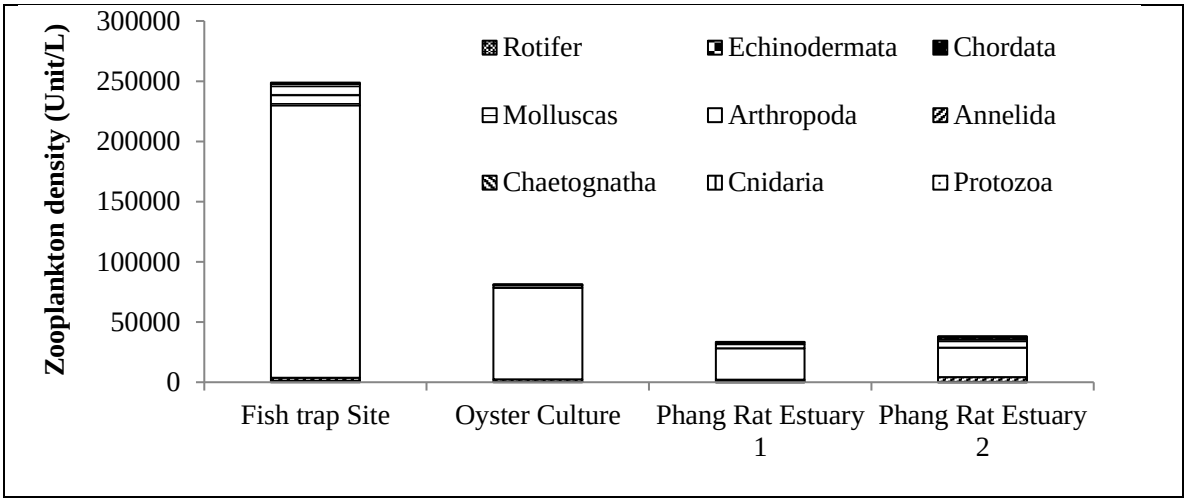
ภาพที่ 2 – 31 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบตลอดระยะเวลาทำการศึกษา
*ตัวอักษรที่หมือนกันบนแท่งกราฟแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ



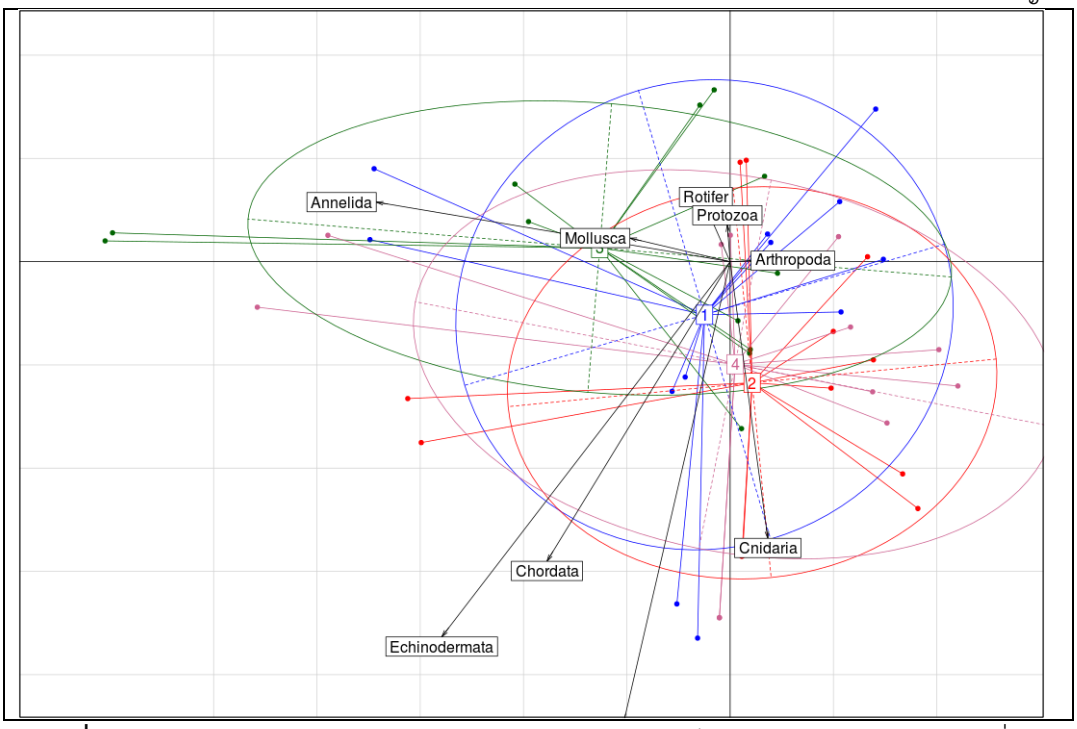
ภาพที่ 2 – 32 ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบกับฤดูกาล

2.8.3 แพลงก์ตอนสัตว์เมื่อพิจารณาตามสถานี

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ตามสถานี พบว่าเรียงลำดับจากสถานีที่พบในปริมาณมากไปหาน้อย ได้แก่ สถานีที่ 1 2 4 และ 3 เท่ากับ 24,8860.7 81,247.5 37,701.59 33,244.75 Unit/L ตามลำดับ โดยแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบได้ในความหนาแน่นที่มากที่สุดในสถานีที่ 1 2 3 และ 4 ได้แก่ ไฟลัม Arthropoda (226,197.8 Unit/L) Arthropoda (76,160.7 Unit/L) Arthropoda (26,226.85 Unit/L) และ Arthropoda (24,599.94 Unit/L) ตามลำดับ (ภาพที่ 2 - 33) เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธี PCA พบว่าจะมีแพลงก์ตอนสัตว์ที่ถูกพบในปริมาณมากมากน้อยแตกต่างกันทั้ง 4 ฤดูกาลและ ในทุกสถานีได้แก่ แพลงก์ตอนสัตว์ไฟลัม Arthropoda Mollusca Chordata Annelida และ Protozoa (ภาพที่ 2 - 34)



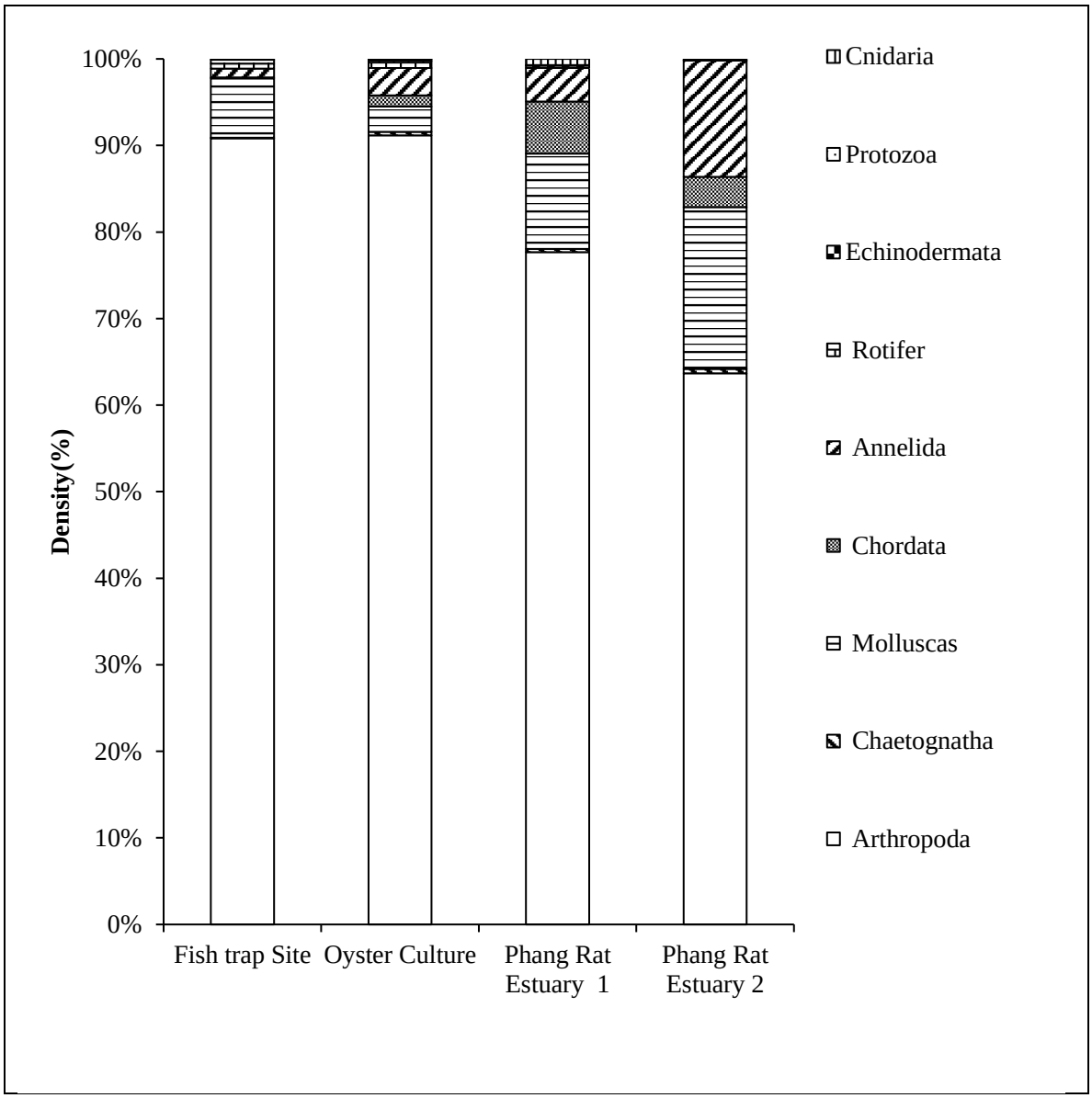
ภาพที่ 2 – 33 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบพิจารณาตามสถานี
*ตัวอักษรที่หมือนกันบนแท่งกราฟแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ



ภาพที่ 2 – 34 ความสัมพันธ์แพลงก์ตอนสัตว์กับสถานีการเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

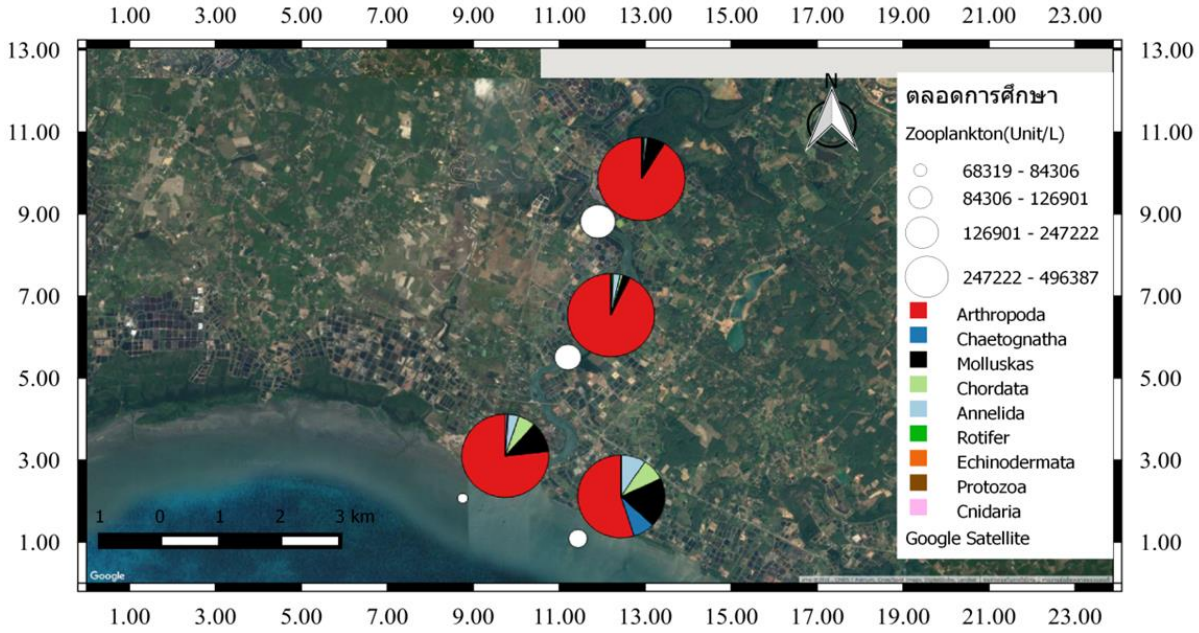
2.8.4 สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์ตลอดการศึกษากับ GIS

สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบได้มากตลอดการศึกษาโดยพิจารณาตามสถานี นำเสนอจากความหนาแน่นใน 3 อันดับแรกที่พบได้มากในแต่ละสถานี ดังนี้ สถานีที่ 1 ได้แก่ Arthropoda Molluscas และ Annelida เท่ากับ 226,197.8 17,364.2 และ 2413.875 Unit/L ตามลำดับ สถานีที่ 2 ได้แก่ Arthropoda Molluscas และ Annelida เท่ากับ 76160.7 2,225.475 และ 2,119.5 Unit/L ตามลำดับ สถานีที่ 3 ได้แก่ Arthropoda Molluscas และ Chordata เท่ากับ 26,226.85 3,304.85 และ 1,577.85 Unit/L ตามลำดับ สถานีที่ 4 ได้แก่ Arthropoda Molluscas Annelida และ Chrodata เท่ากับ 24,599.94 6,555.788 และ 4,027.05 Unit/L ตามลำดับ (ภาพที่ 2 – 35)



ภาพที่ 2 – 35 อัตราส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ (%) ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

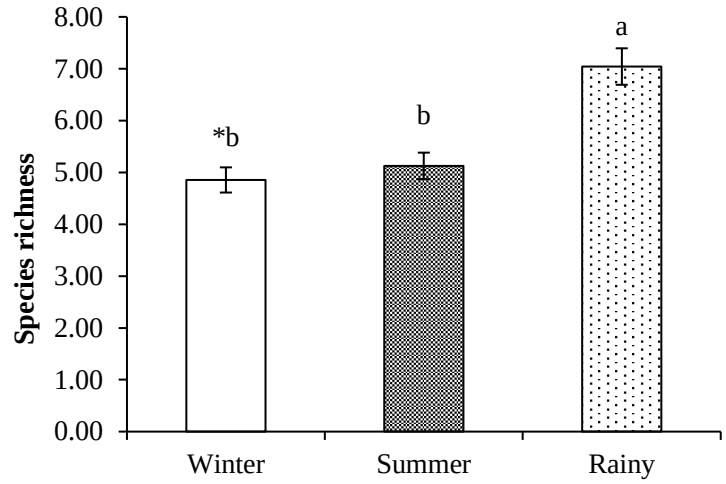
เมื่อนำข้อมูลความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละไฟลัมมานำเสนอด้วยเทคนิค GIS ได้ดังภาพที่ 2 –36 เห็นได้ว่าในสถานีที่ 4 และ 3 ซึ่งอยู่บริเวณปากแม่น้ำพังราดมีความหลากหลายของไฟลัมแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่าในสถานีที่ 1 และ 2 ซึ่งได้รับอิทธิพลจากทะเลน้อยกว่า นอกจากนั้นยังพบว่าในสถานีที่ 1 พบความหนาแน่นของไฟลัม Molluscas ในปริมาณที่มากกว่าในสถานีที่ 2 และตลอดการศึกษาพบว่าไฟลัมที่เป็นชนิดเด่น พบได้ในปริมาณมากในทุกสถานี ได้แก่ไฟลัม Arthropoda



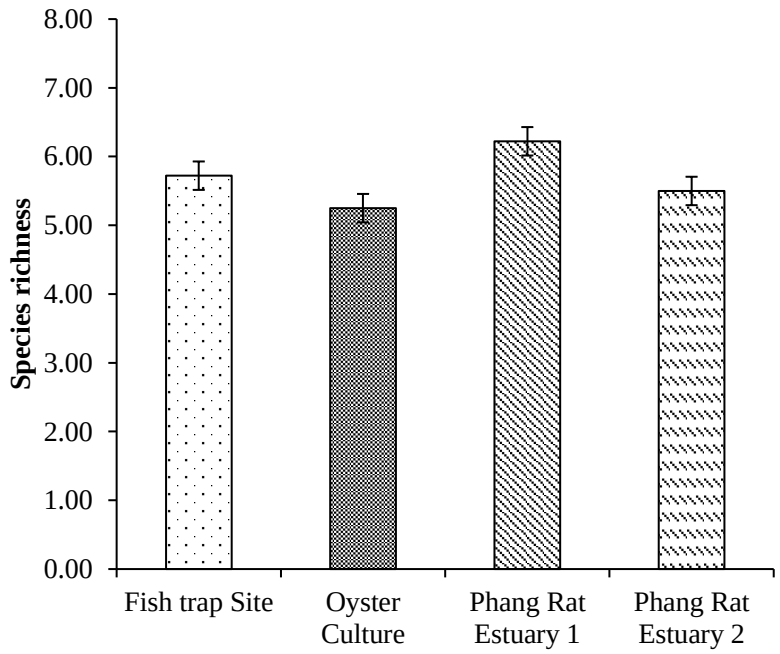
ภาพที่ 2 – 36 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ตลอดการศึกษานำเสนอด้วย GIS บริเวณแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง

2.8.5 ดัชนีความมากชนิด (Species Richness)

จากการศึกษาพบว่าค่า Species Richness มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในฤดูร้อนและหนาว ($P > 0.05$) แต่ทั้งสองฤดูมีค่าแตกต่างทางสถิติกับฤดูฝน ($P < 0.05$) ซึ่งค่า Species Richness ในฤดูร้อน หนาว และฝน เท่ากับ 7.04 5.13 และ 4.85 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแยกตามสถานีพบว่ามีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยในสถานีที่ 1 2 3 และ 4 เท่ากับ 5.72 ± 1.09 5.25 ± 0.89 6.22 ± 1.55 และ 5.50 ± 1.19.. ตามลำดับ (ภาพที่ 2 – 37 และ 2- 38)



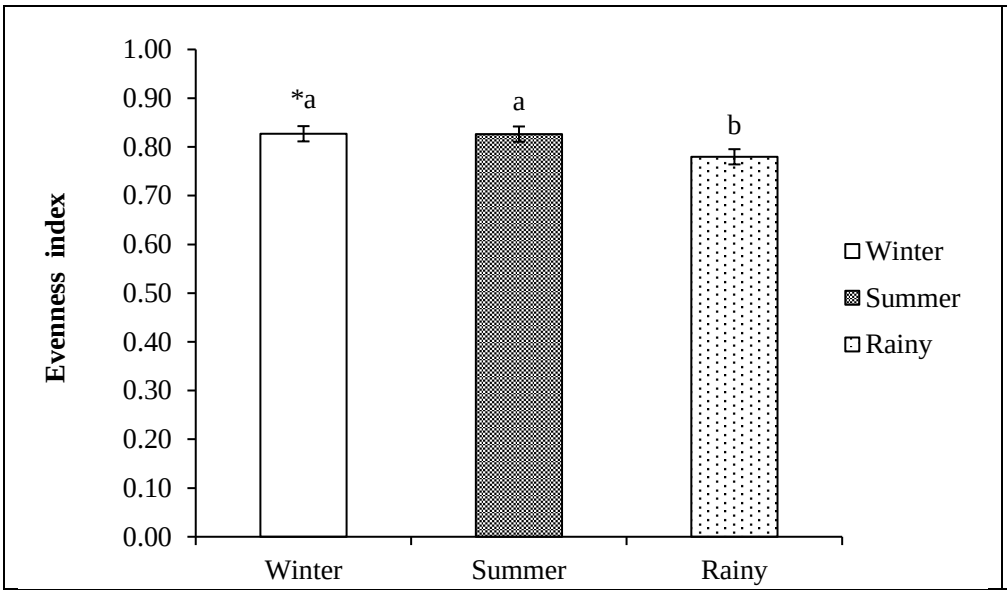
ภาพที่ 2 – 37 ดัชนีความมากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ตามฤดูกาล *ตัวอักษรที่หมือนกันบนแท่งกราฟแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ



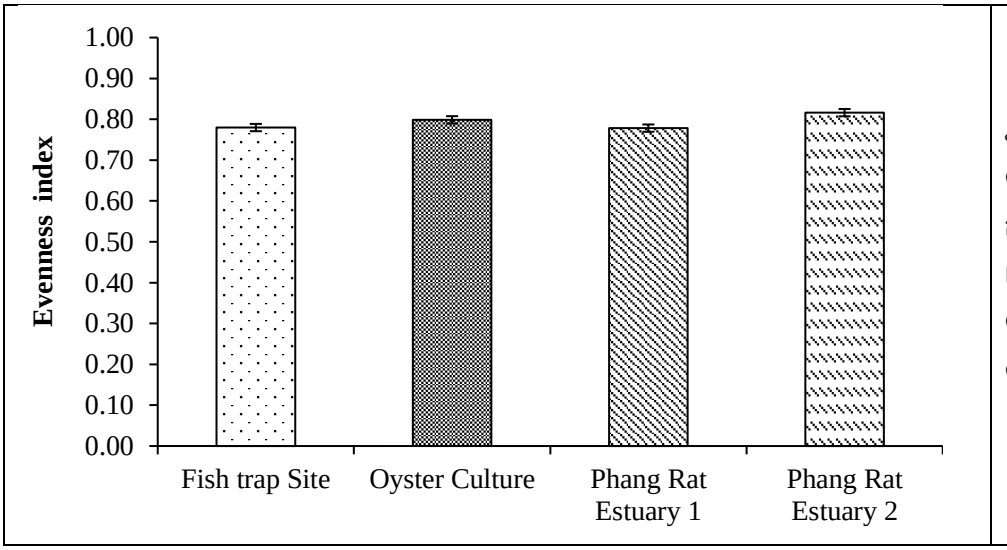
ภาพที่ 2 – 38 ดัชนีความมากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ตามสถานีตลอดการศึกษา

2.8.6 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Eveness Index)

จากการศึกษาพบว่าค่า Eveness Index ในฤดูร้อนและฤดูหนาวมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ทั้งสองฤดูมีค่ามากกว่าและแตกต่างทางสถิติกับฤดูฝน ($P < 0.05$) ซึ่งในฤดูหนาว ร้อน และฝน มีค่า Eveness Index เท่ากับ 0.83 0.83 และ 0.78 ตามลำดับ (ภาพที่ 2 - 24) ในขณะที่เมื่อพิจารณาตามสถานีพบว่า ค่า Eveness Index มีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยในสถานีที่ 1 2 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 0.78 0.80 0.78 และ 0.82 ตามลำดับ (ภาพที่ 2 – 39 และ 2 - 40)



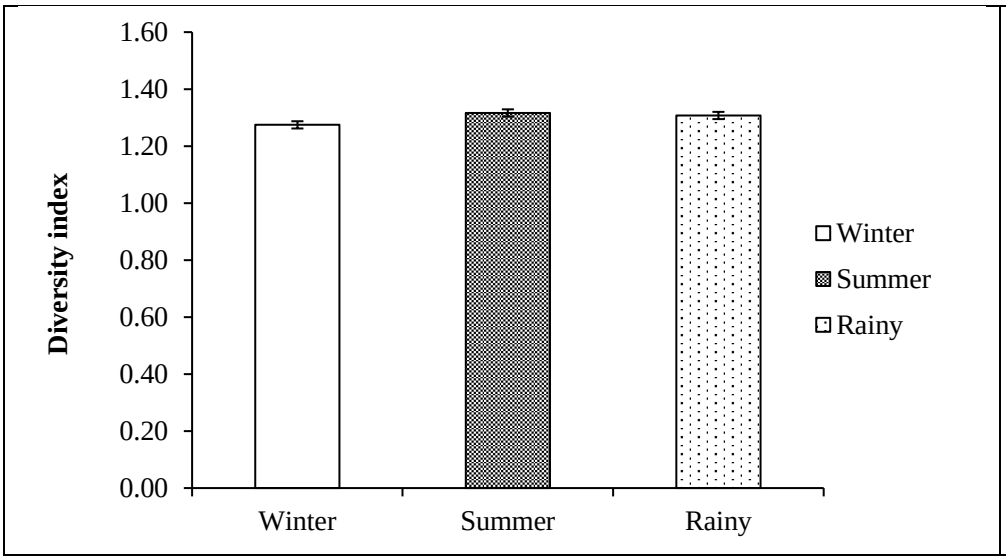
ภาพที่ 2 – 39 ดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนสัตว์ตามฤดูกาล *ตัวอักษรที่หมือนกันบนแท่งกราฟแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ



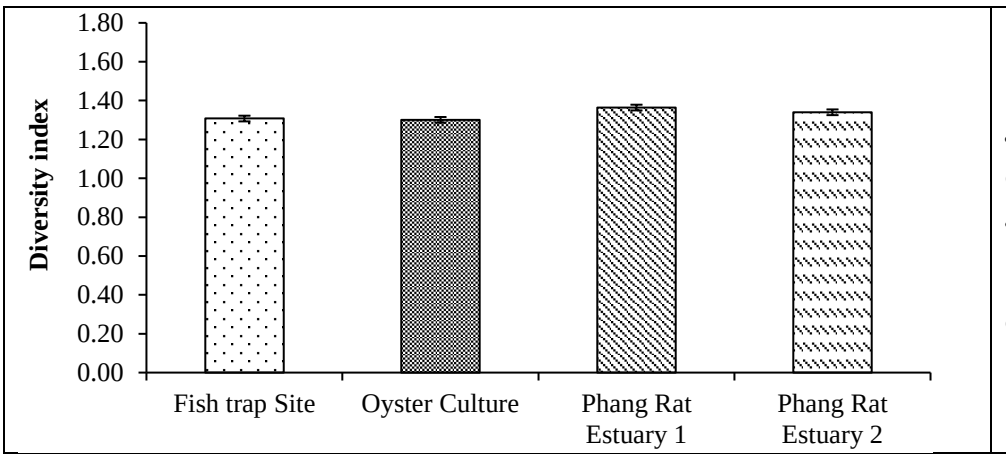
ภาพที่ 2 – 40 ดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนสัตว์ตามสถานีเก็บตัวอย่าง

2.8.7 ค่าดัชนีความหลากหลาย (Biodiversity Index)

จากการศึกษาพบว่าค่า Biodiversity Index ในทุกฤดูกาลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยในฤดูร้อน ฝน และหนาวมีค่าเท่ากับ 1.32 1.31 และ 1.27 ตามลำดับ (ภาพที่ 2 - 41) และเมื่อพิจารณาเป็นสถานีพบว่าค่าดังกล่าวนี้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยในสถานีที่ 1 2 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 1.31 ± 0.05 1.30 ± 0.66 1.26 ± 0.69 1.25 ± 0.62 ตามลำดับ (ภาพที่ 2 - 42)



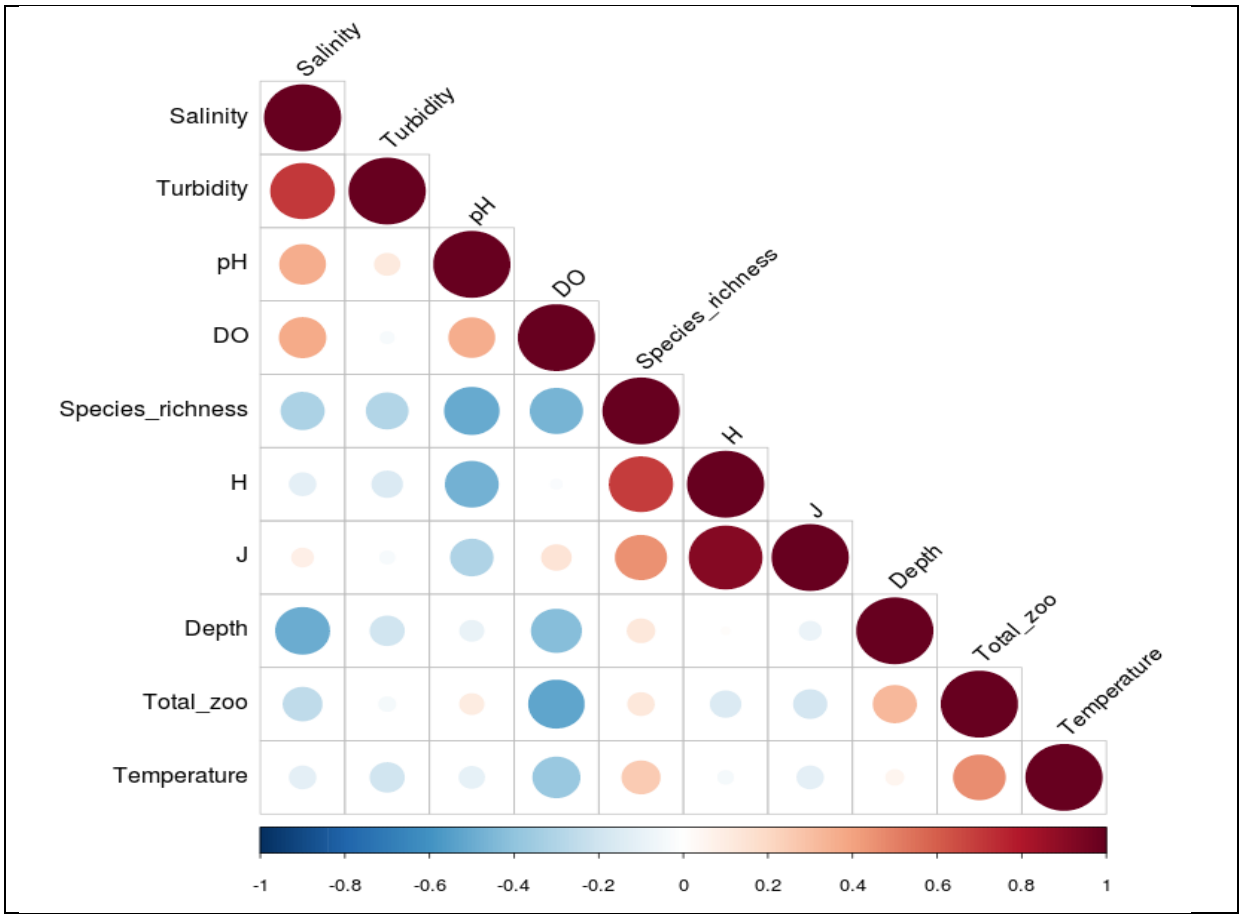
ภาพที่ 2 – 41 ค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ตามฤดูกาล



ภาพที่ 2 – 42 ค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ตามสถานี

2.8.8 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนสัตว์ และ ปัจจัยแวดล้อมต่างๆ

ผลการศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ดังภาพที่ 2 - 43 และตารางที่ 2 –8 พบว่า แพลงก์ตอนสัตว์มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ แพลงก์ตอนสัตว์มีความสัมพันธ์กับความลึก และ ค่า Species richness ของแพลงก์ตอนสัตว์มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ โดยไปในทิศทางเดียวกัน



ภาพที่ 2 - 43 ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนสัตว์กับปัจจัยแวดล้อม

ตารางที่ 2 - 8 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนสัตว์กับปัจจัยแวดล้อม

พารามิเตอร์และความสัมพันธ์		ค่าความสัมพันธ์
ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์	อุณหภูมิ	+
ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์	ความลึก	+
ดัชนีความมากชนิด	อุณหภูมิ	+

บทที่ 3
อภิปรายผลการศึกษา (Discussion)

ผลการศึกษาครั้งนี้มีหลายวัตถุประสงค์ จึงแบ่งประเด็นการอภิปรายผลดังนี้

3.1 ความหลากหลาย ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช และความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมต่างๆ

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่พบ:

การศึกษาครั้งนี้พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 54 สกุล แบ่งเป็นรายละเอียดดังนี้ 1) Division Bacillariophyta จำนวน 27 สกุล 2) Division Chlorophyta จำนวน 9 สกุล 3) Division Dinophyta จำนวน 6 สกุล 4) Division Cyanophyta จำนวน 5 สกุล และ 5) Division จำนวน 2 สกุล ซึ่งสกุลที่พบได้มากตลอดระยะเวลาการศึกษา ได้แก่พวกไดอะตอม ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ มิถิลา ปราณศิลป์ และสิรินาถ ชัยศรี (2555) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรในรอบปีของแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำที่สำคัญของอ่าวไทยฝั่งตะวันออก 7 พื้นที่ ได้แก่ ปากแม่น้ำระยอง ประแส พังราด แขมหนู จันทบุรี เวฬุ และตราด ระหว่างปี 2554–2555 พบว่า แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบได้ในทุกพื้นที่ได้แก่ ไดอะตอม สำหรับชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่พบในปากแม่น้ำพังราดนั้นเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง โดยพบว่า ในเดือนพฤษภาคม 2554 พบความหนาแน่นของ *Ceratium furca* และ *Oscillaria* sp. เท่ากับ 1 และ 12 หน่วยต่อลิตร ตามลำดับ เดือนสิงหาคม 2554 พบความหนาแน่นของ *Chaetoceros* spp. *Skeletonema costatum Ceratium furca* และ *Oscillaria* sp. เท่ากับ 6 58,726 2 และ 23 หน่วยต่อลิตร ตามลำดับ เดือนพฤศจิกายน 2554 พบความหนาแน่นของ *Chaetoceros* spp. *Pseudanabaena* sp. *Ceratium furca* และ *Oscillaria* sp. เท่ากับ 5,656 461 27 และ 34 หน่วยต่อลิตร ตามลำดับ เดือนมีนาคม 2555 พบความหนาแน่นของ *Skeletonema costatum Ceratium furca* และ *Oscillaria* sp. เท่ากับ 42 2 และ 3 หน่วยต่อลิตร ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาที่มีบริบทที่คล้ายกันไม่ว่าจะเป็นการศึกษาของ วาสนา อากรรัตน์ และคณะ (2555) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งอ่าวประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยเก็บตัวอย่างตามฤดูกาลในรอบปี ได้แก่ ช่วงฤดูฝนเก็บตัวอย่างในเดือนสิงหาคม 2551 ฤดูหนาวเก็บตัวอย่างในเดือนธันวาคม 2551 และฤดูร้อนเก็บตัวอย่างในเดือนเมษายน 2552 ผลการศึกษาพบว่า พบแพลงก์ตอนพืช 3 ดิวิชั่น แบ่งออกเป็นดิวิชั่น Chromophyta 53 สกุล Cyanophyta 2 สกุล และ ดิวิชั่น Chlorophyta 2 สกุล รวม 57 สกุล และยังพบว่าในแต่ละช่วงฤดูกาลมีการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกัน ดังนี้ ในช่วงฤดูฝน (สิงหาคม 2551) พบกลุ่มไดอะตอม (diatom) ร้อยละ 92.14 โดยมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมเฉลี่ยเท่ากับ 9,152.80 หน่วยต่อลิตร ช่วงฤดูหนาว (ธันวาคม 2551) พบไดอะตอมร้อยละ 95.52 จากทั้งหมด 5,135.50 หน่วยต่อลิตร และ ในช่วงฤดูร้อน (เมษายน 2552) พบกลุ่มไดอะตอม (diatom) ร้อยละ 91.64 โดยมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมเฉลี่ยเท่ากับ 7,440.80 หน่วยต่อลิตร ซึ่งโดยสรุปแล้วในแต่ละฤดูกาลพบว่าไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่นซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้

การศึกษาของ เสถียรพงษ์ ขาวหิต และคณะ (2558) ศึกษาความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ.บริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำ.ริ จังหวัดเพชรบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือฤดูฝน เดือนกันยายน พ.ศ. 2555 และฤดูร้อน เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 ผลการศึกษาพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 2 ดิวิชัน ได้แก่ ดิวิชัน Chromophyta 47 สกุล และ ดิวิชัน Cyanophyta 5 สกุล รวม 52 สกุล

มิถิลา ปรานศิลป์ และคณะ (2557) ศึกษาความหลากหลายและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำตราด แม่น้ำจันทบุรี และแม่น้ำระยอง โดยเก็บ 2 เดือนต่อครั้ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2555 ถึง กันยายน 2556 แต่ในการวิจัยครั้งนี้ขอนำเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำระยองมาเปรียบเทียบ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ปากแม่น้ำระยอง มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชอยู่ในช่วง 18,487 – 631,030 เซลล์ต่อลิตร โดยสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2556 ชนิดเด่นที่พบ คือ *Oscillatoria* spp. *Chaetoceros* spp. *Skeletonema costatum* และ *Thalassiosira* sp. โดยส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มไดอะตอม ในขณะในเดือนพฤศจิกายน 2555 และ มกราคม 2556 พบกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นกลุ่มเด่น

วิชญา กันบัว และคณะ (2557) ศึกษาโครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในแม่น้ำบางปะกง ด้วยถุงลากแพลงก์ตอนขนาดตา 20 และ 250 ไมโครเมตร ตามลำดับ ในเดือนมิถุนายนและกันยายน พ.ศ. 2553 จากจุดเก็บตัวอย่าง 6 สถานี พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 ดิวิชั่น 5 คลาส 44 สกุล โดยแบ่งเป็นแพลงก์ตอนพืช ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae จำนวน 7 สกุล ดิวิชั่น Chlorophyta รวมทั้งหมด 18 สกุล โดยแบ่งเป็น คลาส Chlorophyceae จำนวน 10 สกุล คลาส Euglenophyceae จำนวน 8 สกุล และ ดิวิชั่น Chromophyta รวมทั้งหมด 19 สกุล โดยแบ่งเป็น คลาส Bacillariophyceae จำนวน 16 สกุล และ คลาส Dinophyceae จำนวน 3 สกุล โดยพบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่นทั้งเดือนมิถุนายนและกันยายน โดยปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบในเดือนมิถุนายน มีความหนาแน่นสูงที่สุดเท่ากับ 53×10^6 เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร

เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล และ คณะ (2560) ประเมินความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำ สำรวจ บริเวณชายหาดแหลมสิงห์ จ. จันทบุรี ทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ ในเดือนเมษายน (ฤดูแล้ง) และ สิงหาคม (ฤดูฝน) พ.ศ. 2557 ผลการศึกษาพบว่า แพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 43 สกุล ประกอบด้วยจากดิวิชั่น Chromophyta Chlorophyta และ Cyanophyta แพลงก์ตอนพืชเฉลี่ยที่พบในเดือนเมษายน และ สิงหาคม เท่ากับ 98.22×10^4 และ 88.60×10^4 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ

จากการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณตั้งแต่ปากน้ำพังราดเข้าสู่แม่น้ำ พบว่าบริเวณปากแม่น้ำพังราด (สถานีที่ 3 และ 4) พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชได้มากกว่าในแม่น้ำ (สถานีที่ 1 และ 2) ดังนี้ สถานีที่ 3 (32,582,897 Cell/L) 4 (21,224,438 Cell/L) 1 (6,406,189 Cell/L) และ 2 (3,433,884 Cell/L) ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับ เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล และ คณะ (2558) ประเมินความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช โดยทำการสำรวจ และเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือนมิถุนายน 2552 ตั้งแต่ปากคลองบ้านบางสระเก้าเข้าไปในแผ่นดิน พบการศึกษาพบแนวโน้มว่า บริเวณปากคลองบางสระเก้าพบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชได้มากกว่าที่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน ในขณะที่ผลการศึกษาของ วีระวรรณ จาดพันธุ์อินทร์ และคณะ (2560) ศึกษาโครงสร้างประชาคม

แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ใน แม่น้ำบางปะกง เขตจังหวัดฉะเชิงเทรา ในเดือนเมษายน กรกฎาคม กันยายน และพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 เก็บตัวอย่าง 6 สถานี โดยในสถานีที่ 1 และ 2 อยู่ใกล้กับปากแม่น้ำมากกว่าสถานีที่ 5 และ 6 ผลการศึกษาพบแนวโน้มว่าบริเวณใกล้กับปากแม่น้ำมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชน้อยกว่าในสถานีที่ 3 และ 5 โดยเฉพาะในเดือน กรกฎาคม กันยายน และ พฤศจิกายน

สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชที่พบ:

จากผลการศึกษาพบว่า แพลงก์ตอนพืชที่เป็นสกุลเด่นตลอดการศึกษาได้แก่ ไฟลัม Bacillariophyta เป็นชนิดเด่นพบได้ในสัดส่วนที่สูงตั้งแต่ร้อยละ 70 เป็นต้นไป รองลงมาตามลำดับได้แก่ ไฟลัม Chlorophyta Dinophyta Cyanophyta และ Chrysophyta ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วาสนา อากรรัตน์ (2555) ที่รายงานสัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบทั้ง 3 ฤดูกาล โดยพบว่าคลาส Bacillariophyceae คลาส Cyanophyceae และ คลาส Dinophyceae พบได้ในความหนาแน่นที่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล จากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยพบรายงานจำนวนมากระบุว่า ไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่นมีการกระจายและมีความหนาแน่นเป็นสัดส่วนสูงสุดตลอดปี (จิตรา ตีระเมธี, 2552; วาสนา อากรรัตน์ และคณะ, 2555; เสถียรพงษ์ ขาวหิต และคณะ, 2558 และ เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล และคณะ, 2560) ซึ่งสาเหตุที่พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่นในหลายๆ งานวิจัย ในหลายๆ พื้นที่นั้น อาจเนื่องจากไดอะตอมเป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบแพร่กระจายได้ทั่วไปทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อย ไดอะตอมเป็นแพลงก์ตอนพืชเซลล์เดี่ยวๆ ที่มีความหลากหลายสูง สามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้ดี นอกจากนี้ไดอะตอมยังมีผนังเซลล์หรือโครงร่างแข็งจากสารประกอบพวกซิลิกาจึงทำให้ทนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้ดี อีกทั้งยังสามารถเติบโตและเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว จึงทำให้ไดอะตอมสามารถพบเป็นสกุลเด่นในแหล่งน้ำโดยทั่วไปของประเทศไทย ทั้งในบริเวณน้ำจืด ชายฝั่งและทะเลต่างๆ

ส่วนแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และกลุ่มสาหร่ายสีเขียวในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา (แม่น้ำพังราด) พบว่า มีการแพร่กระจาย ในทุกฤดูกาล ในทุกสถานีที่เก็บตัวอย่าง พบได้ในปริมาณมากน้อยที่แตกต่างกัน โดยแพลงก์ตอนพืชในดิวิชั่น Cyanophyta พบได้ในความหนาแน่นที่มากรองลงมาจากดิวิชั่น Bacillariophyta ในขณะที่ดิวิชั่น Chlorophyta และ Dinophyta พบได้ในความหนาแน่นที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งโดยส่วนมากแล้วพบว่าในฤดูฝนจะมีการชะล้างเอาธาตุอาหารพวกไนโตรเจน ฟอสเฟต และซิลิเกตลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้แพลงก์ตอนพืชจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และเป็นธาตุอาหารที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งเป็นอย่างมาก (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2542)

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชกับปัจจัยแวดล้อม:

ผลการศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช และปัจจัยสิ่งแวดล้อม พบว่า ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับออกซิเจนละลายน้ำ ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับ เสถียรพงษ์ ขาวหิตและคณะ (2558) พบว่าแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยมีความสัมพันธ์ไปในทิศเดียวกันกับค่าออกซิเจนละลายน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($P < 0.01$) เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ อณัศยา ดีสุข และคณะ (2560) ศึกษาพบว่า แพลงก์ตอนพืชมีค่าความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ วีระวรรณ

จาดพันธุ์อินทร์ และคณะ (2560) พบความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชกับออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 0.475 และ ความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชกับความเป็นกรดด่างเท่ากับ 0.569 และ ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชกับค่าความเค็มเท่ากับ 0.509 และผลการศึกษาครั้งนี้ที่แม่น้ำพังราด พบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่าง Biodiversity index กับค่า ความเป็นกรดด่างเท่ากับ 0.31 ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง Biodiversity index กับค่าออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 0.33 และ ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง Biodiversity index กับค่าความเค็มเท่ากับ 0.42 ซึ่งค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) และค่าอัลคาลินิตี้ (Alkalinity) กับแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งน้ำจากแม่น้ำหรือน้ำเค็มจากทะเลและปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่มีการสังเคราะห์แสงมาก โดยคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำก็จะลดลงทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำเพิ่มขึ้น ในช่วงกลางวันซึ่งเป็นช่วงที่เก็บตัวอย่างในแหล่งน้ำจืดจะมีค่าอัลคาไลน์ต่ำแสดงถึงความสามารถในการสะเทินกรดหรือด่างต่ำ (เรียกว่า Buffering capacity ต่ำ) ค่าความเป็นกรดด่างจะเพิ่มได้สูงมากในช่วงเวลากลางวันที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่ในน้ำเค็มจะมีค่าอัลคาไลน์สูง ดังนั้นค่าความเป็นกรดด่างจึงค่อนข้างเสถียร (เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล, 2559b)

ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended solids) กับแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์พบว่า ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับความโปร่งใส ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำบริเวณใดเมื่อปะทะกับมวลน้ำจืดที่ไหลมาตามร่องน้ำและปะทะกับมวลน้ำเค็มที่ไหลจากทะเลเข้ามาสู่บริเวณอ่าวใดๆ ขณะนำขึ้นจะส่งผลให้มีการกวนตะกอนจากพื้นท้องน้ำ และเกิดตะกอนใหม่ขึ้นแล้วจะเกิดการแยกตัวออกจากหมอน้ำเมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้น (จิรารัตน์ เรี่ยมเจริญ และคณะ, 2551)

3.2 ความหลากหลาย ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ และความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมต่างๆ

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบ:

ผลการศึกษาความหลากหลายแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง ในครั้งนี้ พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 9 Phylum 11 Class 12 Order 8 Family ดังนี้ 1) Phylum Protozoa มี 1 Class 1 Order 1 Family 2) Phylum Cnidaria มี 1 Class 1 Order 1 Family 3) Phylum Chaetognatha มี 1 Class 1 Family 4) Phylum Annelida 1 Class 1 Order 5) Phylum Arthropoda มี 2 Class 6 Order 3 Family 6) Phylum Mollusca มี 2 Class 1 Order 1 Family 7) Phylum Chordata 1 Class 8) Phylum Echinodermata มี 1 Class และ 9) Phylum Rotifer มี 2 Class 2 Order 2 Family โดยพบไฟลัม Arthropoda ได้แก่จำพวกโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ (Calanoid copepods) พบได้มากที่สุดในทุกฤดูกาลที่เก็บตัวอย่าง และทุกสถานีตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุนีย์และคณะ (2523) ศิริลักษณ์ และคณะ (2540) จิตรา ตีระเมธี (2552) ณรงฤทธิ์ เลิศเกษตรวิทยา และไพรินทร์ เพ็ญประไพ (2557) ณัฐฐิรา หมื่นธราวัฒน์ และ วิชญา กันบัว (2559) และเบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล และคณะ (2560) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม Copepods เป็นกลุ่มที่สามารถปรับตัวให้ดำรงชีวิตได้ในสภาพแวดล้อมที่ความเค็มแตกต่างกันในช่วงกว้าง อีกทั้งแพลงก์ตอนสัตว์ไฟลัม Arthropoda เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ เนื่องจากมีความหลากหลายทั้งด้านชนิดและปริมาณ พบแพร่กระจายทั่วโลก ดังนั้นคาลานอยด์ทะเลจึงมีความหลากหลายทางชนิดและมีความอุดมสมบูรณ์มากและยังเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตขั้นต้นและผู้บริโภคทุติยภูมิในห่วงโซ่อาหารจึงทำให้สามารถพบแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม Copepods เป็นกลุ่มเด่นในการศึกษา

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในฤดูฝนมีมากกว่าฤดูหนาว แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ในฤดูร้อนพบความหนาแน่นน้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับฤดูหนาว ($P > 0.05$) ซึ่งการที่พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในฤดูฝนได้มากนี้อาจเนื่องจากว่าในช่วงฤดูฝนมีการชะล้างเอาธาตุอาหารพวกไนโตรเจน ฟอสเฟต และซิลิเกตลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้แพลงก์ตอนพืชจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และเป็นธาตุอาหารที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งเป็นอย่างมาก (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2542) ซึ่งแพลงก์ตอนพืชจะกลายเป็นอาหารให้กับแพลงก์ตอนสัตว์ในระบบสายใยอาหารต่อไป การศึกษาครั้งนี้ที่พังราดพบว่าในฤดูฝนมีค่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่าในฤดูร้อน ซึ่งให้ผลแตกต่างกันกับการศึกษาของ ณรงฤทธิ์ เลิศเกษตรวิทยา และไพรินทร์ เพ็ญประไพ (2557) ที่ศึกษาการผันแปรของประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสาครในปี 2553 โดยการเปรียบเทียบความหนาแน่น และความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบใน 2 ฤดูกาลคือ ในฤดูร้อนและฤดูฝน พบว่าในฤดูฝนความความหนาแน่น ($30.9 \times 10^3 \pm 4.17 \times 10^3$ ตัว/100 ลบ.ม.) ซึ่งน้อยกว่าในฤดูแล้ง ($5.63 \times 10^3 \pm 5.53 \times 10^3$ ตัว/100 ลบ.ม.) และไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ถ้าเป็นความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ตามสถานีพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณแม่น้ำพังรา จังหวัดระยอง พบความหนาแน่นใน 3 อันดับแรกที่พบได้มากในแต่ละสถานี ดังนี้ สถานีที่ 1 ได้แก่ Arthropoda Molluscas และ Annelida เท่ากับ 226,197.8 17,364.2 และ 2413.875 Unit/L ตามลำดับ สถานีที่ 2 ได้แก่ Arthropoda Molluscas และ Annelida

เท่ากับ 76160.7 2,225.475 และ 2,119.5 Unit/L ตามลำดับ สถานีที่ 3 ได้แก่ Arthropoda Molluscas และ Chordata เท่ากับ 26,226.85 3,304.85 และ 1,577.85 Unit/L ตามลำดับ สถานีที่ 4 ได้แก่ Arthropoda Molluscas และ Annelida เท่ากับ 24,599.94 6,555.788 และ 4,027.05 Unit/L ตามลำดับ ซึ่งให้ผลการศึกษาสอดคล้องกับ ณรงฤทธิ์ เลิศเกษตรวิทยา และไพรินทร์ เพ็ญประไพ (2557) ศึกษาการผันแปรของประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสาครในปี 2553 โดยการเปรียบเทียบความหนาแน่น และความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบใน 2 ฤดูกาลคือ ในฤดูร้อนและฤดูฝน พบว่า แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่พบ ได้แก่ โคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ (Calanoid copepods) ลูกปูระยะวัยอ่อน (Brachyuran larvae) และเคย (Lucifer *spp.*) โดยมีพิสัยระหว่าง 62.41 – 96.43 เปอร์เซ็นต์ของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด และสอดคล้องกับการศึกษาอื่นๆ ที่พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์ โคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์ (Calanoid copepods) เป็นกลุ่มเด่นที่พบการแพร่กระจายระหว่างบริเวณชายฝั่งทะเล (ศิริลักษณ์และคณะ 2540; สุนีย์และคณะ, 2523) และ ณรงฤทธิ์ เลิศเกษตรวิทยา และไพรินทร์ เพ็ญประไพ (2557) พบว่าโคพีพอดกลุ่มคาลานอยด์เป็นกลุ่มเด่น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Lapraise and Dodson (1994) ซึ่งพบว่าความเค็มเป็นปัจจัยหลักต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์และบริเวณที่มีการแปรผันของปัจจัยสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าจะพบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ได้มากกว่าบริเวณที่มีการแปรผันของปัจจัยสิ่งแวดล้อมสูง ดังนั้นบริเวณปากแม่น้ำแม่กลองที่มีการแปรผันของความเค็มน้อยกว่าบริเวณที่อยู่ในแม่น้ำ (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าค่าเฉลี่ย) จึงพบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ได้มากกว่านั้นเอง

ในการศึกษาครั้งนี้ที่บริเวณแม่น้ำพังราด จังหวัดระยองพบแนวโน้มว่าในฤดูฝนมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่าในฤดูร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งเกิดจากปัจจัยสนับสนุนหลายประการจากสภาวะแวดล้อม เช่น การที่ปริมาณน้ำฝนช่วยชะล้างสารอาหารทั้งจากแผ่นดิน ลุ่มน้ำ และภูเขาต่างๆ มาสู่แม่น้ำ ปากแม่น้ำ และทะเลชายฝั่งในที่สุด อีกทั้งปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินก็เป็นการส่งเสริมให้มีการชะล้าง และเป็นการเติมสารอาหารเข้าสู่ระบบสิ่งแวดล้อมทางน้ำได้อีกทางหนึ่งได้เช่นกัน ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี่จึงส่งเสริมให้แพลงก์ตอนสัตว์พบได้มากในฤดูฝน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของขวัญเรือน ศรีนุ้ย และวันศุกร์ เสนานาญ (2558) ที่ศึกษาประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณหมู่เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี พบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์พบได้มากในฤดูฝนมากกว่าในฤดูร้อน เท่ากับ 2.53×10^6 และ 0.61×10^6 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ ธาตุอาหาร กับปัจจัยแวดล้อม:

ผลการศึกษาพบว่า ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับอุณหภูมิ อีกทั้งผลการศึกษาพบว่าดัชนีความมากชนิดกับอุณหภูมิมีค่าสหสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งให้ผลการศึกษาใกล้เคียงกัน วีระวรรณ จาดพันธุ์อินทร์และคณะ (2560) พบว่า ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิไปในทิศทางเดียวกัน มีค่าเท่ากับ 0.505 จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์และปัจจัยสภาวะแวดล้อมตางๆ พบว่า ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนบริเวณพื้นที่ที่ศึกษาบริเวณแม่น้ำพังราด จ.ระยอง แตกต่างกันตามฤดูกาล แต่ไม่แตกต่างตามสถานีที่ศึกษา ในขณะที่ผลการศึกษาของณรงฤทธิ์ เลิศเกษตรวิทยา และไพรินทร์ เพ็ญประไพ (2557) พบว่า ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของแพลงก์ตอนระหว่างฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ระหว่างสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 7 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อความหนาแน่นและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์นอกจากความเค็มแล้ว จากการศึกษาของ ณรงฤทธิ์ เลิศเกษตรวิทยา และไพรินทร์ เพ็ญประไพ (2557) พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลาย ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยบริเวณปากแม่น้ำแม่กลองเป็นบริเวณที่พบปริมาณออกซิเจนละลายสูงที่สุด ในขณะเดียวกันก็พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์มีค่าสูงที่สุดเช่นเดียวกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Decker (2004) ซึ่งพบว่าเมื่อประมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงจะส่งผลให้แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโคพีพอดบางกลุ่มมีความหนาแน่นลดลงตามไปด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของอิชฌิกา (2542) และณัฏฐินี (2543) รายงานว่า แพลงก์ตอนสัตว์หลายชนิดมีความสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนพืชบางชนิด นอกจากนี้ Lapraise and Dodson (1994) ยังพบว่า ความขุ่นและ อุณหภูมิของน้ำยังเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความหนาแน่นและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์อีกด้วย

ดัชนีทางนิเวศกับแพลงก์ตอนสัตว์:

ดัชนีทางนิเวศสามารถใช้ค่าดัชนีความหลากหลายเพื่อมาอธิบายความสมบูรณ์ทางระบบนิเวศนั้น เนื่องจากค่าความหลากหลายนั้นเป็นค่าที่รวมค่าความมากชนิดและ ค่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ไว้ในค่าเดียว ในการศึกษาครั้งนี้พบความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ใน 3 ฤดูกาลอยู่ในช่วง 1.27 – 1.32 แสดงว่าบริเวณที่ทำการศึกษามีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งสอดคล้องกับงานของนิสา เพิ่มศิริวาณิชย์ (2549) ที่ทำการศึกษาบริเวณหมู่เกาะช้างพบว่าความหลากหลายอยู่ในช่วง 0.87 ถึง 2.43 ซึ่งที่บริเวณหมู่เกาะช้างมีค่าความหลากหลายมากกว่าเพราะอาจมีปัจจัยสิ่งเสริมความอุดมสมบูรณ์มาจากหลายสาเหตุ เช่น แพลงก์ตอนสัตว์ที่พัดพามากับกระแสน้ำ และมีสารอาหาร และคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการแพร่พันธุ์ และดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนสัตว์ ดังตารางที่ 3 – 1

ตารางที่ 3 – 1 เปรียบเทียบดัชนีทางนิเวศของแพลงก์ตอนสัตว์กับการศึกษาอื่นๆ

สถานที่ศึกษา	อ้างอิง	ฤดูกาล	ค่าพิสัย/ ค่าเฉลี่ย		
			ความมากชนิด (Species Richness)	ความสม่ำเสมอ (Eveness Index)	ความหลากหลาย (Biodiversity Index)
เกาะช้าง (2550)	นิสา เพิ่มศิริวาณิชย์	หนาว	0.83-1.70	0.29-0.83	0.87-2.43
		แล้ง	0.76-1.70	0.36-0.84	1.27-2.13
		ฝน	1.01-1.71	0.51-0.86	1.39-2.43
บริเวณแม่น้ำพังราด (2562)	การศึกษาครั้งนี้	หนาว	5.13	0.83	1.27
		แล้ง	7.04	0.83	1.32
		ฝน	4.85	0.78	1.31

3.3 คุณภาพน้ำกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

สารประกอบไนโตรเจน:

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยของแอมโมเนีย ไนไตร์ท และไนเตรท ในแต่ละฤดูกาลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยพบว่าในฤดูฝนมีความเข้มข้นของแอมโมเนียมากที่สุด เท่ากับ 0.158 mg-N/L ในขณะที่ไนไตร์ทในช่วงฤดูร้อนนั้นมีค่ามากที่สุดคือ 0.064 mg-N/L แต่ไม่แตกต่างจากฤดูฝน และฤดูหนาวมากนักคือ มีค่าเท่ากับ 0.058 และ 0.055 mg-N/L ตามลำดับ สำหรับไนเตรทมีค่าความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ ฤดูร้อน ฤดูหนาว และฤดูฝน เท่ากับ 0.064 0.055 และ 0.058 mg-N/L ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และ ประสาร อินทเจริญ (2554) ทำการศึกษาคุณภาพน้ำในพื้นที่อ่าวชลบุรี ในช่วงเดือนเมษายน กรกฎาคม และพฤศจิกายน 2551 พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยของแอมโมเนีย และ ไนเตรท ไม่มีความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นเฉลี่ยของแอมโมเนีย ไนไตร์ท และ ไนเตรท เท่ากับ 12.38 ± 9.32 16.89 ± 22.49 และ 37.10 ± 46.40 µM ตามลำดับ และหากพิจารณาความเข้มข้นของไนไตร์ทในฤดูร้อน ฝน และหนาว เท่ากับ 0 – 80 0 – 25 และ 0 - 10 µM ซึ่งจะเห็นได้ว่าในฤดูร้อนมีค่าความเข้มข้นของไนไตร์ทที่สูง และช่วงของค่าที่กว้าง

ผลการศึกษาครั้งนี้ที่แม่น้ำพังราด สอดคล้องกับการศึกษาของ ฉลวย มุสิกะ และคณะ (2562) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำตามเวลาและสถานที่ บริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรีในช่วง 10 ปี (2551–2560) พบว่า คุณภาพน้ำใน 3 พื้นที่ ในระหว่างเวลา 10 ปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยขึ้นอยู่กับทั้งพื้นที่และเวลา (ปี) โดยคุณภาพน้ำพื้นฐาน ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลาย การเปลี่ยนแปลงมีความสอดคล้องกันในแต่ละปีคือบริเวณอ่าวชลบุรี – อ่างศิลา ความเข้มข้นต่ำกว่าบริเวณหาดบางแสน และหาดวอนนภา – ศรีราชา ซึ่งความเข้มข้นใกล้เคียงกัน ตรงข้ามกับปริมาณสารอาหาร ทั้งแอมโมเนีย ไนไตร์ท ไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิเกต รวมทั้งแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด และกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม พบบริเวณอ่าวชลบุรี – อ่างศิลา มีความเข้มข้นสูงแตกต่างจากบริเวณหาดบางแสนและหาดวอนนภา – ศรีราชา ซึ่งพบใกล้เคียงกันและต่ำกว่าค่อนข้างชัดเจน ยกเว้นปี 2551 – 2554 ซึ่งปริมาณสารอาหารและแบคทีเรียบริเวณหาดวอนนภา – ศรีราชา สูงใกล้เคียงกับบริเวณอ่าวชลบุรี –อ่างศิลาของแอมโมเนียในเดือนกรกฎาคม และ เมษายน เท่ากับตามลำดับ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ที่แม่น้ำพังราดพบว่า ความเข้มข้นของแอมโมเนียมีความแตกต่างกันตามฤดูกาล ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ธวัชชัย นาอุดม และ คณะ (2556) ที่ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบนในฤดูร้อน และฝน พบว่า ความเข้มข้นของแอมโมเนียมีความแตกต่างกันเชิงเวลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในขณะที่ผลการศึกษาที่พังราดนั้นพบว่าค่าความเข้มข้นตามช่วงฤดูกาลของไนไตร์ท และไนเตรท ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่การศึกษาของ ธวัชชัย นาอุดม และ คณะ (2556) พบว่า ค่าความเข้มข้นของไนไตร์ท และไนเตรท มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ที่แม่น้ำพังราดพบว่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย และไนเตรทตามสถานีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยในสถานีที่ 2 มีความเข้มข้นมากที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสถานีที่ 1 ($P > 0.01$) (อนึ่ง สถานีที่ 1 และ 2 อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกับกิจกรรมปล่อยน้ำทิ้งมาจากมนุษย์ เช่น บ้านเรือนชุมชน น้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงกุ้ง) แต่ทั้ง 2 สถานี มีค่าสูงแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.01$) กับสถานที่ 3 และ 4 ซึ่งอยู่ปากแม่น้ำพังราด ในขณะที่ความเข้มข้นของไนไตร์ทตามสถานีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และ ประสาร อินทเจริญ (2554) ที่ศึกษาการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์และไนเตรท ในเดือนเมษายน กรกฎาคม และพฤศจิกายน 2551 ผลการศึกษาพบว่า แอมโมเนียมีการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่แตกต่างกันในทั้ง 3 ช่วงเวลา ในขณะที่ไนไตรท์ในช่วงเดือนเมษายนและกรกฎาคมมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน สำหรับไนเตรทมีแนวโน้มการแพร่กระจายจากค่าสูงในบริเวณตอนเหนือใกล้กับปากแม่น้ำและค่าต่ำในบริเวณตอนใต้ใกล้กับอ่างศิลาและแนวเขาสามมุก ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันในทั้ง 3 ช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดข้อมูล

โดยทั่วไปแล้วพบว่าในช่วงฤดูน้ำมากจะมีปริมาณสารอาหารในมวลน้ำสูง (Buranapratheprat et al., 2002) ซึ่งเป็นผลมาจากการชะล้างจากแผ่นดิน การเปลี่ยนแปลงตามเวลาของปริมาณสารอาหาร ในผลการศึกษาก็มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางนี้ จากการศึกษานี้ที่แม่น้ำพังราดพบว่าค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย ไนไตร์ท และไนเตรทในสถานีที่ 1 และ 2 มีค่ามากกว่าในสถานีที่ 3 และ 4 อาจเนื่องจากในสถานีนี้ได้รับอิทธิพลจากการปล่อยน้ำทิ้งของบ้านเรือน จากการปล่อยน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงกุ้ง อีกทั้งในบริเวณนี้เป็นพื้นที่ที่ล่อลูกหอยนางรมธรรมชาติซึ่งมีการขับถ่ายแอมโมเนียจากการหอยสู่แหล่งน้ำได้ จึงทำให้ค่าดังกล่าวสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และ ประสาร อินทเจริญ (2554) ที่พบว่าพื้นที่อ่าวชลบุรีอาจเป็นแหล่งสะสมของสารอาหารไนโตรเจน เช่น แอมโมเนีย ที่อาจมีต้นกำเนิดมาจากของเสียที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงหอย (Giles et al., 2006; Kaspar et al., 1985) ซึ่งมีอยู่หนาแน่นในพื้นที่ หรือ อาจจะเกิดจากสาเหตุอื่นๆ ได้เช่นกัน

เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ และคณะ (2546) การศึกษาศักยภาพของพื้นที่เลี้ยงหอยบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ ทำโดยการเก็บตัวอย่างน้ำรวมใน 5 พื้นที่หลัก ทุกสองเดือนเป็นเวลาหนึ่งปี ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2544 ถึงเดือนมิถุนายน 2545 โดยพื้นที่ที่ 1 พื้นที่ที่ 5 ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่เลี้ยงหอยที่ 1 มีความเข้มข้นของธาตุอาหารมากที่สุดตลอดทั้งปี .โดยบริเวณพื้นที่เลี้ยงหอยที่ 1 มีความเข้มข้นของไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน 2.48-11.33. µM แอมโมเนียม-ไนโตรเจน 15.95-32.85 µM ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มากกว่าปริมาณธาตุอาหารที่ได้จากการศึกษาของ วัฒนาและนิยาม (2535) ในบริเวณแปลงทดลองที่สร้างเป็นแหล่งพ่อแม่พันธุ์หอยแครงที่บริเวณอ่าววักอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ซึ่งพบปริมาณธาตุอาหารไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน 0.52-2.9 µM แอมโมเนียม-. ไนโตรเจน 1.12-40.56 µM ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากบริเวณพื้นที่ที่ 1 นี้มีการเลี้ยงหอยหนาแน่น มีการสะสมของของเสียจากการขับถ่ายของหอยในปริมาณมาก ทำให้พบปริมาณธาตุอาหารอีกทั้งได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงน้อยมาก ทำให้การหมุนเวียนของธาตุอาหารและสารอินทรีย์มีน้อย ความเข้มข้นของธาตุอาหาร ตลอดทั้งปีจะพบน้อยในพื้นที่เลี้ยงหอยที่ 4 และพื้นที่เลี้ยงหอยที่ 5 โดยพบปริมาณธาตุอาหารไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน 0.025-6.94 µM แอมโมเนียม-ไนโตรเจน 7.73-48.51 µM เนื่องจากใน

บริเวณพื้นที่ที่ 4 และพื้นที่ที่ 5 มีการเลี้ยงหอยไม่ค่อยหนาแน่น และเป็นการเลี้ยงหอยใกล้ร่องน้ำ มีการหมุนเวียนน้ำดี ทำให้ธาตุอาหารและสารอินทรีย์รวมเกิดการหมุนเวียนตลอดเวลา และบริเวณพื้นที่ที่ 5 มีพื้นที่ใกล้กับปากอ่าว ทำให้ได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล ส่งผลให้การหมุนเวียนของธาตุอาหารและปริมาณสารอินทรีย์รวมมีมาก

สารประกอบฟอสฟอรัส ซิลิเกตและปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ:

ผลการศึกษาครั้งนี้บริเวณแม่น้ำพังราด พบว่า เข้มข้นเฉลี่ยของฟอสเฟตละลายน้ำตามฤดูกาลพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยพบว่าในฤดูฝนมากมากกว่าในฤดูร้อน มีค่าเท่ากับ 0.025 ± 0.002 และ 0.018 ± 0.002 mg-P/L ตามลำดับ ความเข้มข้นเฉลี่ยของฟอสเฟตละลายน้ำในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นที่มากที่สุดพบในสถานีที่ 2 เท่ากับ 0.021 ± 0.002 mg-P/L และ สถานีที่ความเข้มข้นน้อยที่สุดคือ สถานีที่ 3 เท่ากับ 0.017 ± 0.003 mg-P/L ตามลำดับ ความเข้มข้นเฉลี่ยของซิลิเกตละลายน้ำตามฤดูกาลพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นของซิลิเกตละลายน้ำเรียงจากความเข้มข้นมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดได้แก่ ในฤดูฝน และหนาว มีค่าเท่ากับ 0.237 ± 0.018 และ 0.187 ± 0.082 mg-Si/L ตามลำดับ หากพิจารณาความเข้มข้นเฉลี่ยของซิลิเกตละลายน้ำในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นที่มากที่สุดพบในสถานีที่ 2 เท่ากับ 0.242 ± 0.052 mg-P/L และ สถานีที่ความเข้มข้นน้อยที่สุดคือ สถานีที่ 3 เท่ากับ 0.166 ± 0.067 mg-Si/L ตามลำดับ

ผลการศึกษาครั้งนี้บริเวณแม่น้ำพังราด เมื่อพิจารณาปริมาณเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยในน้ำตามฤดูกาล พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีปริมาณเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยในน้ำเรียงจากมากไปหาน้อยได้แก่ ฤดูฝน ร้อน และ หนาว เท่ากับ 0.117 ± 0.027 0.108 ± 0.011 และ 0.058 ± 0.007 mg/L ตามลำดับ ซึ่งในฤดูฝน และร้อนมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ทั้งสองฤดูกาลมีค่าแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) กับฤดูหนาว หากพิจารณาปริมาณเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยในน้ำในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า ปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นที่มากที่สุดพบในสถานีที่ 1 เท่ากับ 0.112 ± 0.039 mg/L (ซึ่งในสถานีที่ 1 และ 2 มีค่าใกล้เคียงกัน) และ สถานีที่ความเข้มข้นน้อยที่สุดคือ สถานีที่ 3 เท่ากับ 0.082 ± 0.024 mg/L ตามลำดับ (ซึ่งในสถานีที่ 3 และ 4 มีค่าใกล้เคียงกัน)

จากผลการศึกษานี้พบว่าความเข้มข้นของฟอสเฟตละลายน้ำ และซิลิเกตละลายน้ำไม่แตกต่างกันตามฤดูกาล และมีแนวโน้มพบว่าฤดูฝนมีมากที่สุด อีกทั้งพบว่าสาร 2 ชนิดนี้ พบว่ามีความเข้มข้นมากในบริเวณสถานีที่ 1 และ 2 ในขณะที่สถานีที่ 3 และ 4 พบความเข้มข้นได้ในปริมาณที่น้อยกว่า สำหรับปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำตามช่วงฤดูกาลพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติโดยในฤดูฝนพบได้มากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากฤดูร้อน ในขณะที่ในถานีที่ 1 และ 2 พบปริมาณตะกอนแขวนลอยได้มาก ซึ่งเป็นสถานีที่เลี้ยงหอยนางรม จึงเป็นแหล่งการปล่อยของเสียจากการกินอาหาร การขับถ่ายต่างๆ ออกมา สอดคล้องกับผลการศึกษาของ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ และคณะ (2546) การศึกษาศักยภาพของพื้นที่เลี้ยงหอยบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ ทำโดยการเก็บตัวอย่างน้ำรวมใน 5 พื้นที่หลัก ผลการศึกษาพบว่า ในบริเวณพื้นที่เลี้ยงหอยที่ 1 มีความเข้มข้นของฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส 0-0.21 μM และซิลิเกต-ซิลิกอน 0-0.2 μM พื้นที่ที่ 1 นี้มีการเลี้ยงหอยหนาแน่น มีการสะสมของของเสียจากการขับถ่ายของหอยในปริมาณมาก ความเข้มข้นของธาตุอาหาร

ในขณะที่ในพื้นที่ที่ 4 และ 5 เลี้ยงหอยไม่ค่อยหนาแน่นมาก จึงพบความเข้มข้นของฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และซิลิเกต-ซิลิกอน เท่ากับ 0.108 – 0.83 และ 4.13 – 31.39 µM ตามลำดับ กอปรกับเป็นการเลี้ยงหอยใกล้ร่องน้ำ มีการหมุนเวียนน้ำดี ทำให้ธาตุอาหารและสารอินทรีย์รวมเกิดการหมุนเวียนตลอดเวลา

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปริมาณธาตุอาหารค่อนข้างสูงในฤดูฝน ซึ่งเกิดมากจากหลายปัจจัย ซึ่งถ้าเป็นธาตุอาหารจำพวกสารประกอบไนโตรเจน (แอมโมเนีย ไนไตร์ท และไนเตรท) และฟอสเฟตละลายน้ำนั้นจะมาจาก 3 แหล่งใหญ่ ได้แก่ 1) น้ำทิ้งที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ในรูปแบบต่างๆ เช่น บ้านเรือน ชุมชน การประมง การเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม เป็นต้น 2) มาจากทะเลซึ่งมีการขึ้นลงของน้ำ และกระแสน้ำ และ 3) มาจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในพื้นตะกอนบริเวณต่างๆ เป็นต้น แต่ถ้าหากเป็นซิลิเกต ซึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมและเป็นสารอาหารที่มีแหล่งที่มาจากธรรมชาติแต่เพียงอย่างเดียวโดยมาจากการผุกกร่อนของดินและหินในลุ่มน้ำ ดังนั้น น้ำจืดจากแม่น้ำลำคลองซึ่งเป็นตัวพาเอาซิลิเกตลงสู่ทะเล เมื่อน้ำจืดผสมผสานกับน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำเกิดปรากฏการณ์ Polymerization และแยกตัวออกจากมวลน้ำอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้น้ำที่มีความเข้มสูงมีค่าซิลิเกตต่ำนั่นคือ ค่าซิลิเกตจะมีการแปรผกผันกับค่าความเค็ม (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2532) ค่าของซิลิเกตจะมีค่ามากที่ปากแม่น้ำและมีค่าลดลงตามระยะทางที่ไกล้ปากอ่าว

ดังนั้นการเฝ้าระวังการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหารต่างๆ กับการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง มีผลการศึกษาของ Turner et al. (2003) รายงานว่าฟอสฟอรัส และซิลิเกต เป็นปัจจัยที่สำคัญเท่าๆ กับไนโตรเจน และอาจมีผลต่อการเจริญเติบโต และชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีขึ้นได้นอกจากนี้ Yang and Hodgkiss (2003) รายงานว่าปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในฮ่องกง ในปี 1998 มีสาเหตุมาจากการที่ น้ำทะเลเริ่มมีความเข้มข้นของ NH_4^-N, Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) และ PO_4^- สูงขึ้น ดังนั้น ในช่วงฤดูฝน ถึงฤดูหนาวควรมีการเฝ้าระวังการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มต่างๆ ที่อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่จะทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีจนก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาที่พังราดในการสำรวจวิจัยครั้งนี้พบว่า ในฤดูฝนมีปริมาณตะกอนแขวนลอยมากที่สุด (0.117 ± 0.027 mg/L) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และ ประสาร อินทเจริญ (2554) ที่ทำการศึกษาคุณน้ำในอ่าวชลบุรี พ.ศ. 2551 รายงานว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยมีความแตกต่างตามช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง เช่นเดียวกับ ธวัชชัย นาอุดมและคณะ (2556) ศึกษาพบว่าปริมาณแขวนลอยบริเวณอ่าวไทยตอนบน ในปี พ.ศ. 2552 มีความแตกต่างกันในเชิงของเวลา หรือฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended solids) กับแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์พบว่า ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับความโปร่งใส ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำบริเวณใดเมื่อปะทะกับมวลน้ำจืดที่ไหลมาตามร่องน้ำและปะทะกับมวลน้ำเค็มที่ไหลจากทะเลเข้ามาสู่บริเวณอ่าวใดๆ ขณะนำขึ้นจะส่งผลให้มีการกวนตะกอนจากพื้นท้องน้ำ และเกิดตะกอนใหม่ขึ้นแล้วจะเกิดการแยกตัวออกจากหมอน้ำเมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้น (จิรารัตน์ เรี่ยมเจริญ และคณะ, 2551)

ซิลิเกตเป็นสารอาหารจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมและเป็นสารอาหารที่มีแหล่งที่มาจากธรรมชาติแต่เพียงอย่างเดียวโดยมาจากการผุกกร่อนของดินและหินในลุ่มน้ำ ดังนั้น น้ำจืดจากแม่น้ำลำคลองซึ่งเป็นตัวพาเอาซิลิเกตลงสู่ทะเล เมื่อน้ำจืดผสมผสานกับน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำเกิดปรากฏการณ์ Polymerization และแยกตัวออกจากมวลน้ำอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้น้ำที่มีความเข้มสูงมีค่าซิลิเกตต่ำนั่นคือ ค่าซิลิเกตจะมีการแปรผกผันกับค่าความเค็ม (มนุวดี หังสพฤกษ์, 2532) ค่าของซิลิเกตจะมีค่ามากที่ปากแม่น้ำและมีค่าลดลงตามระยะทางที่ไกล้ปากอ่าว ในบริเวณปากพนังพบว่าความเข้มข้นของซิลิเกตในช่วงฤดูแล้งมีค่าในช่วง 7.30 - 75.7 µM (เฉลี่ย 22.1 ± 14.7 µM) ซึ่งต่ำกว่าในช่วงต้นของฤดูฝนที่มีค่าซิลิเกตในช่วง 0.8 - 20 µM (เฉลี่ย 108.1 ± 69.9 µM) ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเค็ม ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติใน 2 ฤดูกาล ($P < 0.05$) (จิรารัตน์ เรี่ยมเจริญ และคณะ, 2551)

บทที่ 4
สรุป และเสนอแนะ (Conclusion and Recommendation)

ผลการศึกษาครั้งนี้มีหลายวัตถุประสงค์ จึงแบ่งประเด็นข้อสรุป และเสนอแนะ ดังนี้

4.1 สรุปผลการศึกษา

1. ทั้งหมด 49 สกุล โดยมาจาก 5 ดิวิชั่น ดังนี้ 1) Division Bacillariophyta จำนวน 27 สกุล 2) Division Chlorophyta จำนวน 9 สกุล 3) Division Dinophyta จำนวน 6 สกุล 4) Division Cyanophyta จำนวน 5 สกุล และ 5) Division จำนวน 2 สกุล โดยความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชพบได้มากที่สุด และน้อยที่สุดในฤดูหนาว และ ฝน เท่ากับ 33,762,531 และ 6,985,740 Cell/L ตามลำดับ พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชว่ามีแนวโน้มมากขึ้นในบริเวณปากแม่น้ำพังราดโดยในสถานีที่ 3 และ 4 เท่ากับ 32,582,897 และ 21,224,438 Cell/L ตามลำดับ ผลการศึกษา แนวโน้มสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชที่พบจากการศึกษา พบว่าไฟลัม Bacillariophyta เป็นชนิดเด่นพบได้ในสัดส่วนที่สูงตั้งแต่ร้อยละ 70 เป็นต้นไป รองลงมาตามลำดับได้แก่ ไฟลัม Chlorophyta Dinophyta Cyanophyta และ Chrysophyta ตามลำดับ

2. ความหลากหลายแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 9 Phylum 11 Class 12 Order 8 Family ดังนี้ 1) Phylum Protozoa มี 1 Class 1 Order 1 Family 2) Phylum Cnidaria มี 1 Class 1 Order 1 Family 3) Phylum Chaetognatha มี 1 Class 1 Family 4) Phylum Annelida 1 Class 1 Order 5) Phylum Arthropoda มี 2 Class 6 Order 3 Family 6) Phylum Mollusca มี 2 Class 1 Order 1 Family 7) Phylum Chordata 1 Class 8) Phylum Echinodermata มี 1 Class และ 9) Phylum Rotifer มี 2 Class 2 Order 2 Family พบว่าฤดูฝน มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุด (217,560.8 Unit/L) รองลงมาเป็นฤดูหนาว (112,196.1 Unit/L) และฤดูร้อน (71,297.63 Unit/L) ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธี PCA พบว่าทั้ง 3 ฤดู พบแพลงก์ตอนสัตว์ได้ในความหนาแน่นที่มากในไฟลัม Arthropoda Mollusca Annelida และ Chordata ตามลำดับ ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ตามสถานี พบว่าเรียงลำดับจากสถานีที่พบในปริมาณมากไปหาน้อย ได้แก่ สถานีที่ 1 2 4 และ 3 เท่ากับ 24,8860.7 81,247.5 37,701.59 33,244.75 Unit/L ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธี PCA พบว่าจะมีแพลงก์ตอนสัตว์ที่ถูกพบในปริมาณมากมากน้อยแตกต่างกันทั้ง 4 ฤดูกาลและ ในทุกสถานีได้แก่ แพลงก์ตอนสัตว์ไฟลัม Arthropoda Mollusca Chordata Annelida และ Protozoa

3. ความเข้มข้นแอมโมเนียทั้ง 3 ฤดูกาลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีแนวโน้มพบว่าความเข้มข้นแอมโมเนียเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้แก่ ฤดูฝน ฤดูร้อน และฤดูหนาว เท่ากับ 0.158 0.084 และ 0.083 mg-N/L ความเข้มข้นแอมโมเนียในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า ในสถานีที่ 2 มีค่าสูงกว่าสถานีที่ 1 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ $P > 0.05$) แต่ในสถานีที่ 1 และ 2 มีความเข้มข้นแอมโมเนียสูงกว่าสถานีที่ 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ความเข้มข้นของไนไตร์ทและไนเตรทไม่

แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งในเชิงฤดูกาลและเชิงสถานี แต่มีแนวโน้มพบว่าในฤดูฝน และในสถานีที่ 2 และ 1 พบได้มากกว่าฤดูกาลหรือสถานีอื่นๆ สำหรับความเข้มข้นของฟอสเฟตละลายพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นของฟอสเฟตละลายน้ำเรียงจากความเข้มข้นมากไปหาน้อยได้แก่ ในฤดูฝน ร้อน และหนาว มีค่าเท่ากับ 0.025 ± 0.002 0.020 ± 0.004 และ 0.018 ± 0.002 mg-P/L ตามลำดับ หากพิจารณาความเข้มข้นเฉลี่ยของฟอสเฟตละลายน้ำในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นที่มากที่สุดพบในสถานีที่ 2 เท่ากับ 0.021 ± 0.002 mg-P/L และ สถานีที่ความเข้มข้นน้อยที่สุดคือ สถานีที่ 3 เท่ากับ 0.017 ± 0.003 mg-P/L ตามลำดับ

4. ความเข้มข้นเฉลี่ยของซิลิเกตละลายน้ำตามฤดูกาลพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นของซิลิเกตละลายน้ำเรียงจากความเข้มข้นมากไปหาน้อยได้แก่ ในฤดูฝน ร้อน และหนาว มีค่าเท่ากับ 0.237 ± 0.018 0.201 ± 0.051 และ 0.187 ± 0.082 mg-Si/L ตามลำดับ หากพิจารณาความเข้มข้นเฉลี่ยของซิลิเกตละลายน้ำในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นที่มากที่สุดพบในสถานีที่ 2 เท่ากับ 0.24 2± 0.052 mg-P/L และ สถานีที่ความเข้มข้นน้อยที่สุดคือ สถานีที่ 3 เท่ากับ 0.166 ± 0.067 mg-Si/L ตามลำดับ ปริมาณเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยในน้ำตามฤดูกาล พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีปริมาณเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยในน้ำเรียงจากมากไปหาน้อยได้แก่ ฤดูฝน ร้อน และ หนาว เท่ากับ 0.117 ± 0.027 0.108 ± 0.011 และ 0.058 ± 0.007 mg/L ตามลำดับ ซึ่งในฤดูฝน และร้อนมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ทั้งสองฤดูกาลมีค่าแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) กับฤดูหนาว หากพิจารณาปริมาณเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยในน้ำในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า ปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยความเข้มข้นที่มากที่สุดพบในสถานีที่ 1 เท่ากับ 0.112 ± 0.039 mg/L และ สถานีที่ความเข้มข้นน้อยที่สุดคือ สถานีที่ 3 เท่ากับ 0.082 ± 0.024 mg/L ตามลำดับ

5.ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชกับออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเท่ากับ 0.33 ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของแพลงก์ ตอนพืชกับความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.42 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแอมโมเนียกับอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 0.47 ความสัมพันธ์ระหว่างแอมโมเนียกับออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเท่ากับ -0.48 ความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสกับซิลิเกตมีค่าเท่ากับ 0.28 และความสัมพันธ์ระหว่างซิลิเกต และความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.24

4.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษามีข้อเสนอคือ ควรมีการศึกษาตรวจสอบเพื่อการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของแพลงก์ตอนและคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่อง เพราะบริเวณแม่น้ำพังราดเป็นแหล่งล่อและอนุบาลลูกหอยนางรมที่สำคัญแห่งหนึ่งของภาคตะวันออก และของประเทศไทย เพื่อให้มั่นใจว่าคุณภาพน้ำบริเวณดังกล่าวนี้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของหน่วยงานราชการกำหนด อีกทั้งเมื่อคุณภาพน้ำดี และเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนก็จะเป็นการส่งเสริมให้มีอาหารให้กับสัตว์น้ำวัยอ่อนชนิดอื่นๆ ต่อไปได้อีกด้วย และเป็นการตรวจสอบคุณภาพน้ำเพื่อเฝ้าระวังโอกาสที่จะเกิดสาหร่ายเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว (Eutrophication) ได้เช่นกัน เพื่อเป็นการป้องกัน และเป็นการันตีว่าการพัฒนาเศรษฐกิจใดๆ จะไม่ส่งผลต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในทางที่เสื่อมโทรมลงมากเกินไป

บทที่ 5
ผลผลิต (Output)

โครงการศึกษาวิจัยนี้ มีผลผลิตในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

5.1 ผลงานพิมพ์เผยแพร่

เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล ฐิติพงศ์ นาคสกุล ศศิฬา ฉิมพลี และ ชลี ไพบูลย์กิจกุล. (2561). ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง. แก่นเกษตร 46 (ฉบับพิเศษ 1): 1041 – 1046.

แก่นเกษตร 46 ฉบับพิเศษ 1 : (2561). KHON KAEN AGR. J. 46 SUPPL. 1 : (2018).

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง

Diversity of Zooplankton in Phang Rat Estuaries, Rayong Province

เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล[1,2*], ฐิติพงศ์ นาคสกุล[1,2] ,ศศิพา ฉิมพลี[1,2] และ ชลี ไพบูลย์กิจกุล[1,2]

Benjamas Paibulkichakul[1,2*], Titipong Naksakul[1,2], Sasila Chimphe[1,2] and Chalee Paibulkichakul[1,2]

บทคัดย่อ: การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง จากสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 สถานี ในช่วงเดือนธันวาคม 2558 ถึงตุลาคม 2559 ผลการศึกษาพบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 9 Phylum 11 Class 11 Order 8 Family ได้แก่ ไฟลัม Protozoa Cnidaria Chaetognatha Annelida Arthropoda Molluscas Chordata Echinodermata และ Rotifer โดยพบว่าไฟลัม Arthropoda เป็นไฟลัมเด่นมีค่าความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับ 3.53×10^5 unit/ m^3 ความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนสัตว์ในฤดูหนาว ร้อน และฝนเท่ากับ 1.12×10^5 7.13×10^4 และ 2.10×10^5 unit/m^3 ตามลำดับ ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยตลอดการศึกษาเท่ากับ 4.01×10^5 unit/m^3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์มีความแตกต่างกันตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันตามสถานี และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี CCA พบว่า ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์มีความคล้ายคลึงกันระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาว แต่ไม่คล้ายคลึงกับฤดูฝน

คำสำคัญ: ความหลากหลาย, แพลงก์ตอนสัตว์, ความหนาแน่น, ปากแม่น้ำพังราด, จังหวัดระยอง

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the diversity of zooplankton at Phang Rat Estuary, Rayong Province. The sample had been collected four stations during December 2015 and October 2016. The result of this study found 9 Phylum, 11 Class, 11 Order and 8 Family zooplankton from Phylum Protozoa, Cnidaria, Chaetognatha, Annelida, Arthropoda, Mollusca, Chordata, Echinodermata, and Rotifer. Arthropoda was the dominant Phylum and the maximum of Arthropoda density was 3.53×105 unit/m^3. The average zooplankton densities in winter, summer and rainy season were 1.12×10^5, 7.13×10^4 and 2.10×10^5 unit/m^3. The average zooplankton density of this study was 4.01×10^5 unit/m^3. ANOVA revealed that the density of zooplankton was significantly different in the season but not significantly different in the station. CCA exposed that the species of zooplankton was similar between summer and winter. It was not similar to the rainy season.

Keywords: Diversity, Zooplankton, Density, Phang Rat Estaury, Rayong Province

[1] คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี
Faculty of Marine Technology, Burapha University, Chanthaburi Campus, Thailand.

[2] หน่วยวิจัยทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี
Resources and Environment Research Unit, Burapha University, Chanthaburi Campus, Thailand.

* Corresponding author: benjamas@buu.ac.th

บทนำ

แพลงก์ตอนสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตที่ล่องลอยตามกระแสน้ำไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ด้วยตนเอง เนื่องจากไม่มีรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงต้องดำรงชีวิตโดยการกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ที่กินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารถือเป็นผู้บริโภคอันดับแรก (Primary consumer) ในระบบนิเวศ แพลงก์ตอนสัตว์นั้นมีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารโดยทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้บริโภคขั้นต้นและผู้บริโภคลำดับสูงขึ้นไป หากแพลงก์ตอนสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมไปย่อมส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคลำดับสูง แม่น้ำพังราดเป็นแม่น้ำสายสำคัญของจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดระยอง เพราะ ประกอบด้วยลำน้ำสายสั้นๆ ในเขตอำเภอแกลง จังหวัดระยอง และอำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี ไหลมาบรรจบกันแล้วไหลออกสู่ปากน้ำพังราดซึ่งเป็นแนวเขตระหว่างจันทบุรีกับระยอง มีความยาวทั้งสิ้น 30-50 กิโลเมตร ในบริเวณปากแม่น้ำพังราดเป็นแหล่งอนุบาลล่อลูกหอยนางรมมาเป็นเวลานานร่วม 20-30 ปี ที่สำคัญบริเวณหนึ่งของภาคตะวันออก เนื่องจากมีความเหมาะสมหลายประการ เช่น ขนาดของปากแม่น้ำไม่ใหญ่นัก ความลึกไม่มากและกระแสน้ำไหลไม่แรง โดยปรกติแล้วลูกหอยจะกรองกินแพลงก์ตอนที่ล่องลอยในมวลน้ำเป็นอาหาร ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงแพลงก์ตอนสัตว์ในรอบปีนับว่ามีความสำคัญต่อการเป็นแหล่งอนุบาลลูกหอย มีรายงานว่าบริเวณปากแม่น้ำเป็นระบบนิเวศน์ที่สำคัญเนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ และเป็นกระบวนการที่สำคัญในการแลกเปลี่ยนถ่ายธาตุอาหารระหว่างในแผ่นดินและในทะเล (Eyre and Twigg, 1997) ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง ในช่วงเดือนธันวาคม 2558 ถึงตุลาคม 2559 โดยเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 4 สถานี ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการบ่งบอกถึงสภาพความอุดมสมบูรณ์ของปากแม่น้ำพังราด เพื่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างยั่งยืนต่อไป

วิธีการศึกษา

การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง และ ระยะเวลาการศึกษาวิจัย

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำพังราด จ. ระยอง โดยมีทั้งหมด 4 สถานี ดังนี้ สถานีที่ 1: ปากแม่น้ำพังราดด้านซ้าย สถานีที่ 2: ปากแม่น้ำพังราดด้านขวา สถานีที่ 3: บริเวณแพล่อลูกหอยนางรม และ สถานีที่ 4: บริเวณโพรงพางเพื่อทำการดัง Figure 1 ในการศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างเดือนเว้นเดือน รวมเก็บทั้งหมด 6 ครั้ง ศึกษาตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558-เดือนตุลาคม พ.ศ. 2559

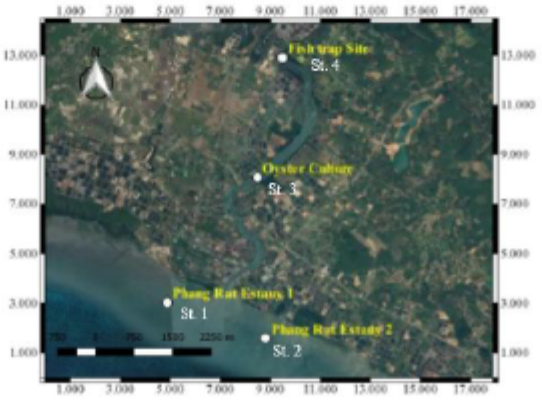


Figure 1 Sampling stations at Phang Rat Estauries, Rayong Province

KHON KAEN AGR. J. 46 SUPPL. 1 : (2018).

การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ การจัดจำแนกและการประมวลข้อมูล

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์โดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอนขนาดช่องตา 55 ไมโครเมตร ทำการลากถุงแพลงก์ตอนในแนวดิ่งตามความลึกของน้ำที่แตกต่างกันในแต่ละสถานี โดยเก็บตัวอย่างสถานีละ 3 ซ้ำ จากนั้นนำตัวอย่างแพลงก์ตอนที่ได้มาใส่ในขวดเก็บตัวอย่าง ทำการรักษาสภาพตัวอย่างด้วยฟอร์มาลีนความเข้มข้น 4 % ที่ถูกปรับสภาพให้เป็นกลาง (buffer formalin) ทำการนับจำนวนและจัดจำแนกตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์โดยใช้ Zooplankton counting chamber ตามเอกสารของ ลัดดา (2541) และ Young et al. (2002) นำข้อมูลมาคำนวณหาความหนาแน่น (Density) ค่าความหลากชนิด (Species richness) ค่าดัชนีความหลากหลาย (Diversity index, H') และดัชนีความเท่าเทียม ใช้วิธีการคำนวณตามสูตรของ Shannon-Weiner Diversity Index (Ludwig and Reynolds, 1988; Clarke and Warwick, 1994)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ แยกสถานี และฤดูกาลด้วยวิธี Canonical Correlation Analysis (CCA) (Crawley, 2005)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ในการศึกษาครั้งนี้พบแพลงก์ตอนทั้งหมด 17 แฟมิลี่ ใน 9 ไฟลัม ได้แก่ ไฟลัม Protozoa Cnidaria Chaetognatha Annelida Arthropoda Molluscas Chordata Echinodermata และ Rotifer แพลงก์ตอนสัตว์ในไฟลัม Arthropoda เป็นแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นประกอบด้วยโคพีพอด ตัวอ่อนของกุ้ง ปู และเพรียง ความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนสัตว์ในฤดูหนาวร้อน และฝนเท่ากับ 1.12 x 10^5 7.13 x 10^4 และ 2.10 x 10^5 Unit/m^3 ตามลำดับ ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยตลอดการศึกษาเท่ากับ 4.01 ×10^5 Unit/m^3 โดยไฟลัม Arthropoda มีค่าความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับ 3.53×10^5 Unit/ m^3 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ตลอดการศึกษาพบว่าสถานี Fish trap Site มีค่ามากที่สุด ในสถานี Phang Rat Estaury 1 และ 2 ดัง ซึ่งพบว่ามีไฟลัมของแพลงก์ตอนสัตว์หลากหลายมากกว่าในสถานีอื่นๆ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ในบริเวณปากแม่น้ำมีทั้งแพลงก์ตอนที่มาจากทะเล และที่ไหลมากับน้ำจากแม่น้ำ ทำให้มีโอกาสพบความหลากหลายของแต่ละไฟลัมมากกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ เบ็ญจมาศ และคณะ (2558) พบว่าสถานีเก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้กับบริเวณปากแม่น้ำแหลมสิงห์ พบจำนวนสกุลของแพลงก์ตอนพืชได้มากกว่าที่อยู่ใกล้กับสถานีที่อยู่ติดกับแม่น้ำ เบ็ญจมาศ และคณะ (2560) รายงานว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชพบได้มากในฤดูฝน เพราะการชะล้างธาตุอาหารมาจากแผ่นดินแล้วมาสะสมบริเวณปากแม่น้ำ ไพรินทร์ และวิษณุ (2551) พบว่า ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์เพิ่มขึ้นเมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งการศึกษาของณรงค์ฤทธิ์ และ ไพรินทร์ (2557) ศึกษาถึงการผันแปรของประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า ความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนสัตว์ในช่วงฤดูฝนมีมากกว่าในฤดูร้อน เท่ากับ 30.91 ± 41.7 และ 56.3 ± 53.3 Unit/m^3 ตามลำดับ ซึ่งอาจเนื่องจากว่าการศึกษาของ ณรงค์ฤทธิ์ และ ไพรินทร์ (2557) ใช้ถุงกรองแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดตาที่ใหญ่กว่า (315 ไมครอน) ของการศึกษาในครั้งนี้ (55 ไมครอน)

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของไฟลัมแพลงก์ตอนสัตว์แยกตามสถานี พบว่า แต่ละสถานีมีความคล้ายคลึงกันของแพลงก์ตอนสัตว์โดยไฟลัมที่พบได้มากได้แก่ ไฟลัม Arthropoda Protozoa Rotifer และ Molluscas ในขณะที่สถานีที่ 1 2 และ 4 พบไฟลัม Cnidaria Echinodermata และ Chordata ได้มาก สำหรับในสถานีที่ 3 พบไฟลัม Annelida มากกว่าสถานีอื่น ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า บริเวณปากน้ำพังราดและลำน้ำพังราด มีความคล้ายคลึงกันของแพลงก์ตอนสัตว์เนื่องจากปากแม่น้ำพังราดมีขนาดเล็ก ทั้งในแง่ระยะทางความยาว ความกว้างของปากแม่น้ำ และความลึก (Figure 4)

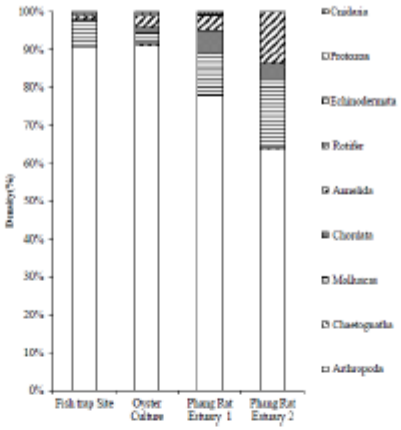


Figure 2 Percentage of zooplankton variation by station

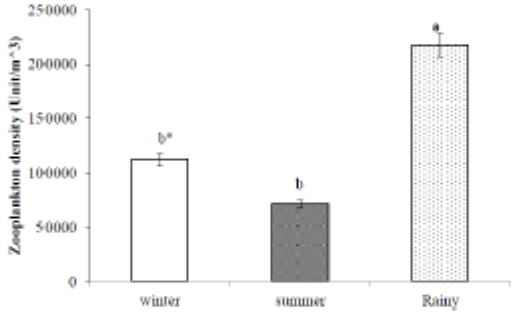


Figure 3 Zooplankton density by season

*The same letter over the bar was not significantly different

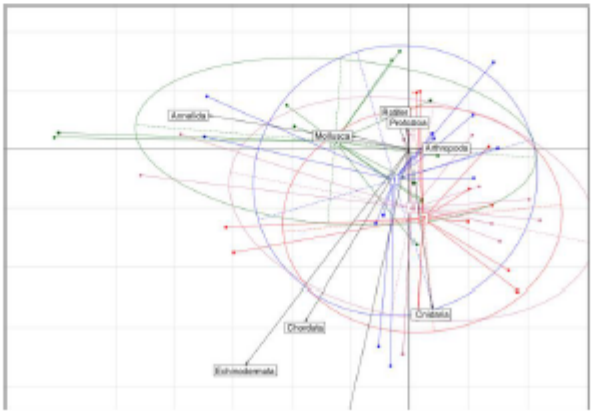


Figure 4 Relationship between zooplankton and station by CCA analysis

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่พบแยกตามฤดูกาลพบว่า ฤดูร้อนและหนาวสิ่งกลุ่มสิ่งมีชีวิตมีความคล้ายคลึงกัน ในขณะที่ฤดูฝนกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่พบจะแตกต่างกันกับอีก 2 ฤดูกาล กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่พบได้หลักในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ ไฟลัม Arthropoda Protozoa Rotifer และ Molluscas ในฤดูร้อนและหนาวพบไฟลัม Cnidaria เพิ่มมากขึ้น ส่วนฤดูฝนพบไฟลัม Annelida ได้มากขึ้น ส่วนไฟลัม Echinoder-mata และ Chordata พบได้ทั้งสามฤดูกาลดัง การที่ในฤดูร้อนและหนาวกลุ่มสิ่งมีชีวิตมีความคล้ายคลึงกันเนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำทะเลมากกว่าน้ำในแม่น้ำ ซึ่งแพลงก์ตอนสัตว์ที่มากับน้ำทะเล และน้ำจากแม่น้ำนั้นมีความแตกต่างกัน ดังนั้นกล่าวได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลมีผลต่อความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่าการเปลี่ยนแปลงตามสถานี สอดคล้องกับการศึกษาของ ญาณาวรรณ และคณะ (2560) พบว่า ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา อาจเนื่องจากช่วงเวลา ฤดูกาลมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและดำรงชีวิตของแพลงตอนสัตว์ อีกทั้งพบว่าไฟลัม Arthropoda เป็นกลุ่มหลักตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา แต่ความหนาแน่นอาจแตกต่างกันบ้างในบางฤดูกาล

ในขณะที่ผลการศึกษาของ ณรงค์ฤทธิ์ และไพรินทร์ (2557) พบว่า ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ระหว่างฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ระหว่างสถานีมีความแตกต่างกันทางสถิติ

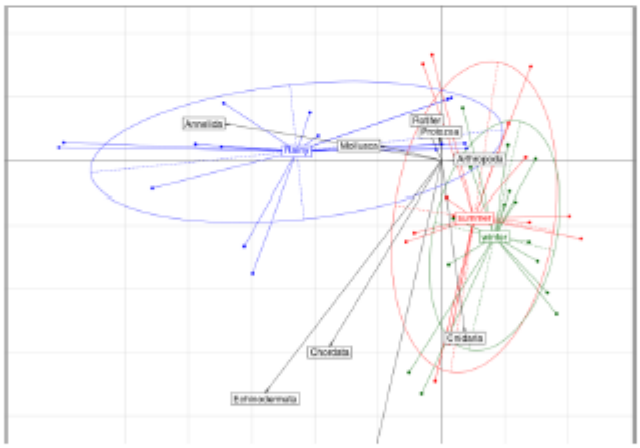


Figure 5 Relationship between zooplankton and season by CCA analysis

ผลการศึกษาเมื่อพิจารณาดัชนีทางนิเวศตามฤดูกาล ดัง Table 1 พบว่า ค่าความหลากชนิดในฤดูฝนมีค่ามากกว่าในฤดูร้อน และฤดูหนาว ดังนี้ 7.04 ± 0.66 5.13 ± 0.40 และ 4.85 ± 0.38 ตามลำดับ ค่าดัชนีความหลากหลายในฤดูฝนมีค่ามากกว่าในฤดูร้อน และฤดูหนาว ดังนี้ 1.39 ± 0.09 1.32 ± 0.06 และ 1.23 ± 0.02 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดัชนีความเท่าเทียมในฤดูร้อน และหนาวมีค่าเท่ากัน คือ 0.83 ± 0.05 ส่วนในฤดูฝนมีค่าน้อยที่สุดคือ 0.73 ± 0.03 ในขณะที่เมื่อพิจารณาค่าดัชนีทางนิเวศตามสถานีเก็บตัวอย่าง (Table 2) พบว่า มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากลำน้ำพังราดมีระยะทางไม่ยาวมากนัก ประกอบกับปากแม่น้ำมีลักษณะแคบๆ และไม่ลึกมากนัก จึงทำให้มวลน้ำผสมกันได้ดี แพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีจึงไม่แตกต่างกันมาก แต่จะแตกต่างกันในระดับฤดูกาล

Table 1 Diversity Index of zooplankton by season

Season	Winter	Summer	Rain
Species Richness	4.85 ± 0.38	5.13 ± 0.40	7.04 ± 0.66
Diversity Index	1.23 ± 0.02	1.32 ± 0.06	1.39 ± 0.09
Evenness Index	0.83 ± 0.05	0.83 ± 0.03	0.73 ± 0.03

Table 2 Diversity Index of zooplanktion by station

Season	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4
Species Richness	6.22 ± 1.55	5.50 ± 1.19	5.25 ± 0.89	5.72 ± 1.09
Diversity Index	1.36 ± 0.69	1.34 ± 0.62	1.30 ± 0.66	1.31 ± 0.05
Evenness Index	0.78 ± 0.40	0.82 ± 0.40	0.80 ± 0.41	0.78 ± 0.01

สรุป

ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในฤดูฝนมีมากที่สุด (2.10 x 10^5 Unit/m^3) ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยตลอดการศึกษาเท่ากับ 4.01 ×10^5 Unit/ m^3 โดยพบว่าแพลงก์ตอนในไฟลัม Arthropoda เป็นไฟลัมเด่น ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในฤดูร้อน และฤดูหนาวมีความคล้ายคลึงกัน ในขณะที่ฤดูฝนมีลักษณะที่แตกต่างกันกับ 2 ฤดูกาล

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ฤทธิ์ เลิศเกษมพิทยา และ ไพรินทร์ เพ็ญประไพ. 2557. การผันแปรของประชาคมแพลงตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม. ใน: การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 4. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. หน้า 71-78.

เบ็ญจมาศ จันทะภา, ไพบูลย์กิจกุล ลภัลลดา, ไกรสินธุ์ คชิฬา จิมพลี และ ชลี ไพบูลย์กิจกุล. 2558. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณบ้านบางละเก้า อ.แหลมสิงห์ จ. จันทบุรี. แก่นเกษตร. 43(ฉบับพิเศษ 1): 668-673.

เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล, รัศมี พลเดช และชลี ไพบูลย์กิจกุล. 2560. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชชายหาดแหลมสิงห์ อ.แหลมสิงห์ จ. จันทบุรี. แก่นเกษตร. 45(ฉบับพิเศษ 1): 956-962.

ไพรินทร์ เพ็ญประไพ และ วิษณุ นิยมไทย. 2551. ประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำฟ่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร. น. 604-608. ใน: การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 1. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.

สัดดา วงศ์รัตน์. 2541. แพลงก์ตอนพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 787 หน้า.

Clarke, K.R., and R.M. Warwick. 1994. Change in Marine Community: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Plymouth Marine Laboratory. Plymouth, UK. 144 pp.

Crawley, M. J. 2005. Statistics an Introduction Using R. John Wiley & Sons Ltd., West Sussex.

Eyre, B., and C. Twigg. 1997. Nutrient behavior during post-flood recovery of the Richmond River Estuary northern NSW. Coastal and Shelf Science 44: 311-326.

Ludwig, J.A., and J.F. Reynolds. 1988. Statistical ecology: A primer on methods and computing. John Wiler & Sons, New York. 337 pp.

Young, C.M. M.E. Rice, and M.A. Sewell. 2002. Atlas of Marine Invertebrate Larvae. Academic, San Diego, Calif. 626 pp.

5.2 ผลงานเชิงสาธารณะ

นำผลการศึกษาวิจัยไปถ่ายทอดสู่ภาคส่วนที่เกี่ยวข้องดังนี้

1) นำไปประกอบการเรียนการสอนกับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา เช่น มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี (คณะเทคโนโลยีทางทะเล) มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก เป็นต้น
2) นักเรียนระดับประถม และ มัธยมที่อยู่ในพื้นที่โครงการวิจัยที่สำรวจ เช่น โรงเรียนวัดนาซา โรงเรียนวัดเจ้าหลาว เป็นต้น
3) เทศบาลเมืองระยอง และ ในพื้นที่ใกล้เคียง เช่น เทศบาลตำบลพังราด เป็นต้น
4) ทำแผ่นโปสเตอร์ขนาดใหญ่เพื่อรณรงค์ให้ชาวบ้านเรียนรู้ ตระหนัก ถึงการรักษาทรัพยากรธรรมชาติที่อยู่หน้าบ้านของตนเอง
5) เผยแพร่ผ่านเวปไซด์ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงผลงานวิจัยโดยเผยแพร่ผ่าน https://sites.google.com/site/pkbenjamas

รายงานสรุปการเงิน

เลขที่โครงการระบบบริหารงานวิจัย 2560A10803026 สัญญาเลขที่ 70/2560
โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อโครงการ ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการผลิตลูกพันธ์หอยนางรม บริเวณแม่น้ำพังราด จ. ระยอง
ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล
รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2559 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2560
ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี 11 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2559 ถึง วันที่ 13 กันยายน 2562

<u>รายรับ</u>

จำนวนเงินที่ได้รับ

งวดที่ 1 (50%)	187500 บาท	เมื่อวันที่ 7 ธันวาคม 2559
งวดที่ 2 (40%)	150000 บาท	เมื่อวันที่ 2 มิถุนายน 2560
งวดที่ 3 (10%)	37500 บาท	อยู่ในระหว่างการดำเนินการส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์แล้วจึงเบิกเงินได้

รวม 375000 บาท

<u>รายจ่าย</u>

รายการ	งบประมาณที่ตั้งไว้	งบประมาณที่ใช้จริง	จำนวนเงินคงเหลือ/ เกิน
1.ค่าตอบแทน	20,000	20,000	0
2.ค่าจ้าง	180,000	180,000	0
3.ค่าวัสดุ	38000	38000	0
4.ค่าใช้สอย	99500	99500	0
5.ค่าครุภัณฑ์	-	-	0
6.ค่าบริหารโครงการวิจัย สำหรับมหาวิทยาลัย	37500	37500	0
รวม	375000	375000	0

(.....)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล
หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

บรรณานุกรม

ภาษาไทย:

กรมประมง (2548) *คู่มืออบรมเกษตรกร การจัดการฟาร์มโครงการ Sea Food Bank ให้ได้มาตรฐานสุขอนามัย GAP และ COC.* กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง กรมประมง. (2558). *สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2556*. เอกสารฉบับที่ 7/2558, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง กรมประมง. (2559). *สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2557*. เอกสารฉบับที่ 11/2559, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง กรมประมง. (2560). *สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2558*. เอกสารฉบับที่ 5/2560, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ขวัญเรือน ศรีนุ้ย และรุจิรา แก้วกิ่ง. (2548) *การแพร่กระจายความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกปี 2547*. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา 78 หน้า.

ขวัญเรือน ศรีนุ้ย และวันศุกร์ เสนานาญ. (2558). ความผันแปรตามฤดูกาลและลักษณะทางพันธุกรรมของประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชทางทะเล หมู่เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี. *รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2557.* สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา พ.ศ. 2558. 40 หน้า.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2542). *กำลังผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ.*กรุงเทพฯ: เอกสารประกอบการสอน, คณะประมง,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 77 หน้า.

จิตรา ตีระเมธี. (2552). รายงานการวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนทะเลบริเวณหาดนางรอง เกาะจระเข้และ หมู่เกาะจวง อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี. *แผนงานวิจัยทรัพยากรชีวภาพทางทะเลกับการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนกรณีศึกษาหาดนางรอง เกาะจระเข้ และกลุ่มเกาะจวง อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี.* ทุนวิจัยงบประมาณ 2552 (โครงการวิจัยต่อเนื่อง) สถาบัน

จิรารัตน์ เรี่ยมเจริญ จงกล บุญครองชีพ วิชาญ ชูสุวรรณ์ และ เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล. (2551). การศึกษาคุณภาพน้ำและตะกอนดินอ่าวปากพนังและบริเวณนอกปากทะเลสาบสงขลา. *เอกสารวิจัยเอกสารวิชาการฉบับที่ 24/2551* กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ฉลวย มุสิกะ วันชัย วงสุดาวรรณ อาวุธ หมั่นหาผล ทิฆัมพร กรรเจียก และ พัฒนา ภูลเปี่ยม. (2562). การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำตามเวลาและสถานที่ บริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรีในช่วง 10 ปี (2551–2560) *แก่นเกษตร 47 (ฉบับพิเศษ 1) :* 289 – 296.

ฉลวย มุสิกะ วันชัย วงสุดาวรรณ อาวุธ หมั่นหาผล พัฒนา ภูลเปี่ยม และ แววตา ทองระอา. (2557). คุณภาพน้ำในแหล่งท่องเที่ยวทางทะเล จังหวัดชลบุรี. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา.* 19 (2557) 1 : 11-23.

เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ จันทรา ศรีสมวงศ์ และ จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2546). ศักยภาพของพื้นที่เลี้ยงหอยบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. หน้าที่ 1 – 9.

ณรงค์ฤทธิ์ เลิศเกษตรวิทยาและ ไพลิน เพ็ญประภา. (2557). การผันแปรของประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสาคร. *การประชุมวิทยาศาสตร์ทางทะเลครั้งที่ 4.* ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 10 - 12 มิถุนายน 2557. หน้า 71 – 78.

ณัฏฐินี เอี่ยมสมบูรณ์. (2543). *ความชุกชุมของกุ้ง ปูและปลาวัยอ่อน บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ณัฐฐิรา หมื่นธราวัฒน์ และ วิชญา กันบัว. (2559). แพลงก์ตอนกลุ่มโคพีพอดในแม่น้ำบางปะกง: การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นตามฤดูกาลของตัวเต็มวัย, ระยะวัยรุ่น และตัวเมียที่มีถุงไข่. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา.* 21 (1): มกราคม – เมษายน. 1 – 13.

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ. (2548). *ระบบนิเวศน้ำกร่อยในแม่น้ำบางปะกง.* ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 189 หน้า.

ธวัชชัย นาอุดม อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ กิตติยา หอมหวน และ ประสาร อินทเจริญ. (2556). การเปลี่ยนแปลงเชิงเวลาและพื้นที่ของคุณภาพน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบนในสองฤดูกาลช่วงปี พ.ศ. 2552 *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา.* 18 (2556) 2 : 32-42.

นิพนธ์ ศิริพันธ์. (2533). *การเลี้ยงหอยนางรม.* กรมประมง: สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม.

นิสา เพิ่มศิริวาณิชย์ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ และศรัณย์ เพ็ชร์พิรุณ. (2550). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์เอและคุณภาพน้ำ ณ หมู่เกาะช้าง จั งหวัดตราด. *เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43:* สาขาประมง สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ, 2548, หน้า 245 - 252

เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล ลภัสลดา ไกรสินธุ์ ศศิพา ฉิมพลี และ ชลี ไพบูลย์กิจกุล (2558). ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณบ้านบางสระเก้า อ. แหลมสิงห์ จ.จันทบุรี. *แก่นเกษตร ฉบับพิเศษ*: 43 (1) 568 - 573

เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล ศุภเสกข์ ไกรหาญ ชลี ไพบูลย์กิจกุล และ อนุกูล บูรณประทีปรัตน์. (2559a). ฟลักซ์ของซิลิเกตบริเวณปากน้ำแขมหนู อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี. *แก่นเกษตร ฉบับพิเศษ*: 44(1) 1047 – 1053

เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล. (2559b). *เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคนิคการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.* คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา. 328 หน้า

เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล, ฐิติพงศ์ นาคสกุล, ศศิพา ฉิมพลี และ ชลี ไพบูลย์กิจกุล. (2561). ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำพังราดจังหวัดระยอง. *แก่นเกษตร* 46 ฉบับพิเศษ 1: 1041 – 1046.

เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล, รัศมี พลเดช และ ชลี ไพบูลย์กิจกุล. (2560). ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายหาดแหลมสิงห์ อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี. *แก่นเกษตร* 45 ฉบับพิเศษ 1: 956 –

เผดิมศักดิ์ จารยะพันธ์ วันทนา อยู่สุข สมภพ รุ่งสุภา อเนก โสภณ และ พรเทพ พรรณรักษ์. (2546). *คู่มือการเพาะ และอนุบาลหอยนางรมสำหรับการเลี้ยง.* สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 13 กุมภาพันธ์ 2553.

มนูวดี หังสพฤกษ์. (2532). *สมุทรศาสตร์เคมี.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มิถิลา ปราณศิลป์ และสิรินาถ ชัยศรี. (2555). การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำที่สำคัญของอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. *ประมวลผลงานวิจัยการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล 2555.* วันที่ 17–19 ตุลาคม 2555 ณ โรงแรมตวันนา กรุงเทพมหานคร. หน้า 324 – 333.

มิถิลา ปราณศิลป์ อิสรา อาศิรนันท์ และ วรรณศิริ ชื่นนิยม. (2557). ความหลากชนิด และความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำตราด จันทบุรี และระยอง. *การประชุมวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 4. ณ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.*

ลัดดา วงศ์รัตน์ และ โสภณา บุญญาภิวัฒน์. (2546). *คู่มือวิธีการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน.* สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลัดดา วงศ์รัตน์. (2544). *แพลงก์ตอนพืช* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัฒนา ภู่เจริญ และ นิยาม บุตรโคษา. (2535). *การสร้างแหล่งพ่อ-แม่พันธุ์หอยแครง ที่แม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี ปี 2535.* ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดจันทบุรี กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.

วันทนา อยู่สุข. (2541). *หอยทะเล*. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วาสนา อากรรัตน์, วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม และลิขิต ชูชิต. (2555) ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ และแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งอ่าวประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ในรอบปี พ.ศ. 2551-2552.

วิชญา กันบัว อริศรา ชาวนา และ ปนัดดา สินสมุทรโสภณ. (2557). การศึกษาโครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนในแม่น้ำบางปะกง ปี พ.ศ. 2553. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา* ฉบับพิเศษ การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 6 วันที่ 20 – 21 มีนาคม พ.ศ. 2557. หน้า 87 – 96.

วิรัช จิ๋วแหยม (2544). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระวรรณ จาดพันธุ์อินทร์ อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และ วิชญา กันบัว. (2560). โครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนในแม่น้ำบางปะกงปี พ.ศ. 2559. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา* ปีที่ 22 (ฉบับพิเศษ) การประชุมวิชาการระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 9”. 203 – 215.

ศิริลักษณ์ ช่วยพนัง ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย ณัฏฐินี เอี่ยมสมบูรณ์ อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. (2540). ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในป่าชายเลน: กรณีศึกษาคลองสิเกา จังหวัดตรัง และปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร. ใน *การสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 10 การ จัดการและการอนุรักษ์ป่าชายเลน: บทเรียนในรอบ 20 ปี*. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, หน้า III-2 (1-15).

สมถวิล จริตควร ถนอมศักดิ์ บุญภักดี และ อลงกรณ์ พุดหอม. (2559). แพลงก์ตอนสัตว์เศรษฐกิจ : การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลบริเวณอ่าวไทยตอนใน ระหว่างปี พ.ศ. 2552-2554**.** *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา* ปีที่ 21 (ฉบับที่ 2) พฤษภาคม – สิงหาคม 188 – 203.

สุนีย์ สุวพันธ์ ผุสดี ศรีพยัตต์ และวิเชียร วิเชียรวรกุล. (2523). แพลงก์ตอนสัตว์ในบริเวณป่าเลน. สถานวิจัยประมงทะเล *รายงานวิชาการที่ สจ/22/5,* 18 หน้า.

สุรชาติ วิชัยดิษฐ. (2552). *การประเมินความเสี่ยงของหอยนางรมจากแหล่งเลี้ยงในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี.* วิทยานิพนธ์ สาขาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุวัฒน์ ธนานุภาพไพศาล สอรัฐ มากบุญ และ รัฐฏา ขาวหนูนา (2541) *รายงานเรื่องเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหอยตะโกรมด้วยการเลี้ยงแบบต่างๆ.* มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เสถียรพงษ์ ขาวหิต, เกษม จันทร์แก้ว, วศิน อิงคพัฒนากุล, อรอนงค์ ผิวนิล, อนุกรณ์ บุตรสันติ์ และ เอกชัย บุดดา. (2558). ความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.* ปีที่ 38 ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน 2558. 167 – 179.

อณัศยา ดีสุข พรเทพ พรรณรักษ์ และอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์. (2560). การเปลี่ยนแปลงประชาคมของแพลงก์ตอนพืชตามฤดูกาลบริเวณชายฝั่งเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษา ระดับชาติ และนานาชาติ 2560.* วันที่ 10 มีนาคม 2560 ณ อาคารพจน์ สารสิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 530 – 541.

อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และ ประสาร อินทเจริญ. (2554). คุณภาพน้ำในอ่าวชลบุรี พ.ศ. 2551. *วิทยาศาสตร์บูรพา.* 16(1): 94 – 106.

อิชฌิกา พรหมทอง. (2542). *พลวัตและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร.* กรุงเทพมหานคร: วิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุทัย สุขสิงห์. (2548). *การจัดการระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ด้วยโปรแกรม ArcView3.2a3.3* (พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ส.ส.ท.ม., 362 หน้า.

ภาษาอังกฤษ:

American Public Health Association - APHA (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater including Sediments and Sludges (18th ed.).* American Public Health Association, American Water Works Association and the Water Environment Federation, Washington DC., USA

Buranapratheprat, A., Yanagi, T., Boonphakdee, T. and Sawangwong, P. (2002). Seasonal variations in inorganic nutrient budgets of the Bangpakong estuary, Thailand. *Journal of Oceanography,* 58, 557 – 564.

Crawley, M.J. (2005). Statistics: An introduction using R. West Sussex: John Wiley & Sons.

Decker, M.B., Breitburg, D.L. and Purcell, J.E. (2004). Effects of low dissolved oxygen on zooplankton predation by the ctenophore, *Mnemiopsis leidyi*. *Marine Ecology: Progress Series* 280: 163.

Giles, H., Pilditch, C.A. and Bell, D.G. (2006). Sedimentation from mussel (*Perna canaliculus*) culture in the Firth of Thames, New Zealand: Impacts on sediment oxygen and nutrient fluxes. *Aquaculture*, 261, 125–140.

Grasshoff, K., Kremling, K. And Ehrhardt, M. (1999). *Methods of Seawater Analysis 3rd Eds*. Weinheim: Wiley-VCH

Kaspar, H.F., Gillespie, P.A., Boyer, I.C. and MacKenzie, A.L. (1985). Effects of mussel aquaculture on the nitrogen cycle and benthic communities in Kenepuru Sound, Marlborough Sounds, New Zealand. *Marine Biology*, 85, 127 – 136.

Lapraise, R. and Dodson, J.J. (1994). Environmental variability as a factor controlling spatial patterns in distribution and species diversity of zooplankton in the St. Lawrence Estuary. *Marine Ecology: Progress Series* 107: 67–81.

Parsons, T.R., Maita, Y. and Lalli, C.M. (1984). *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis.* Great Britain

Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. (1972). *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Fishery Research Board of Canada, Ottawa.

Turner, R.E., Rabalais, N.N., Justic, D. And Dortch, Q. (2003). Future Aquatic Nutrient Limitations. *Marine Pollution Bulletin*, 46, 1032-1034.

Yang, Z.B. and Hodgkiss, I.J. (2003). Hong Kong's worst "red tide" causative factors reflected in a phytoplankton study at Port Shelter station in 1998. *Harmful Algae*, 3, 149-161.

ภาคผนวก ก

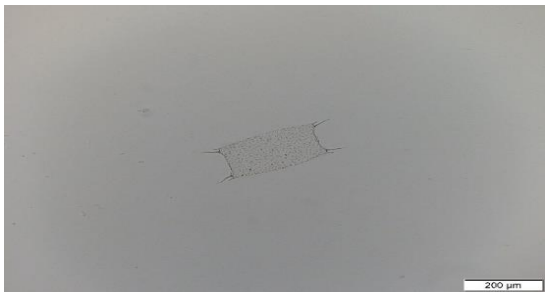
เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และคุณภาพน้ำในภาคสนาม บริเวณแม่น้ำพังราด จ. ระยอง

ภาพผนวก ก - 1 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ และ คุณภาพน้ำต่างๆ ในภาคสนาม มีทั้งหมด 4 สถานี เก็บ 3 ฤดูกาล บริเวณแม่น้ำพังราด จังวหวัดระยอง

ภาคผนวก ข
ภาพแพลงก์ตอนพืช บางส่วนที่พบในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษาแม่น้ำพังราด จ. ระยอง

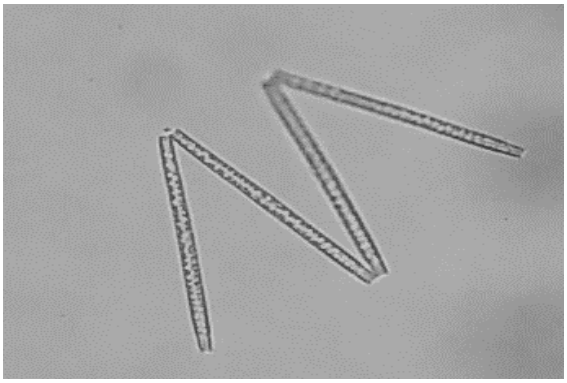
Ceratium sp.

Bacteriastrum sp.



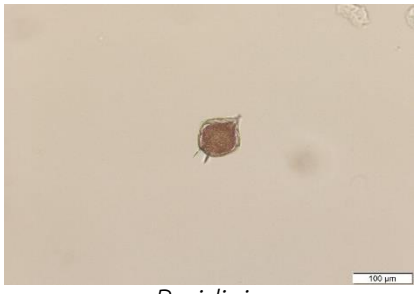
Odontella sp.

Naviculs sp.



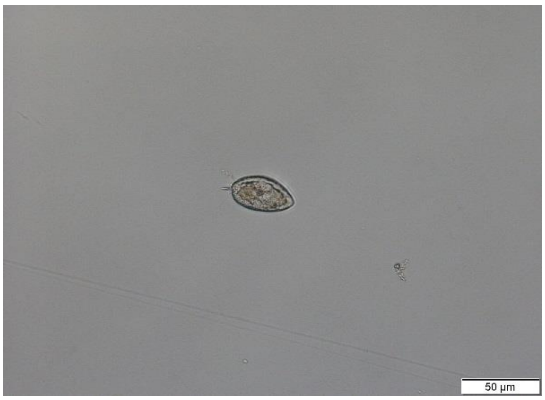
Thalassionema sp.

Oscillatoria sp.



Peridinium sp.

Eucampia sp.



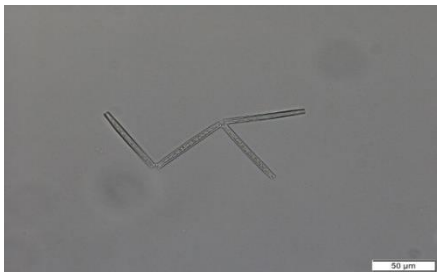
Prorocentrum sp.

Pleurosigma sp.

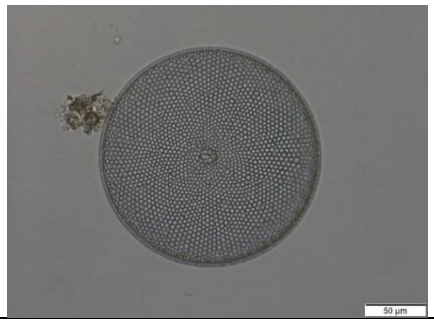
Chaetoceros sp.

Pyrophacus sp.

Thalassiothrix sp.



Coscinodiscus sp.



ภาพผนวก ข - 1 ตัวอย่างของแพลงก์ตอนพืช บางส่วนที่พบบริเวณแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง

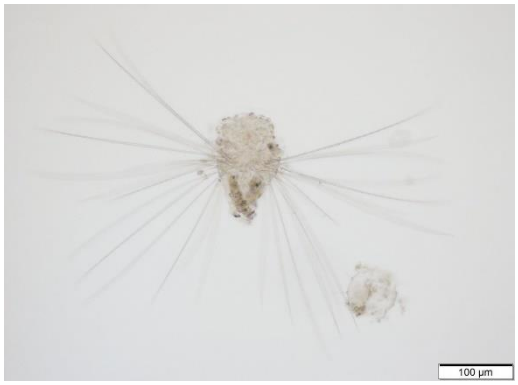
ภาคผนวก ค
ภาพแพลงก์ตอนสัตว์บางส่วนที่พบจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำพังราด จ. ระยอง

Calanoida

Cyclopoida (20X)

Harpacticoidaa (10X)

Nauplius (20X)

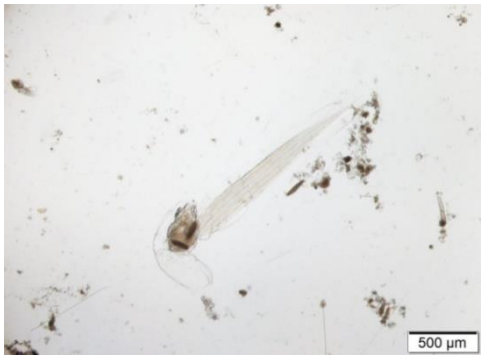


Polychaeta (20X)

Bivalvia (20X)

Lucifer (4X)

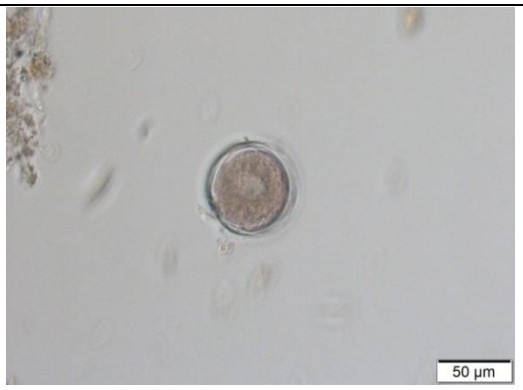
Moinidae (40X)



Chaetognatha (4X)

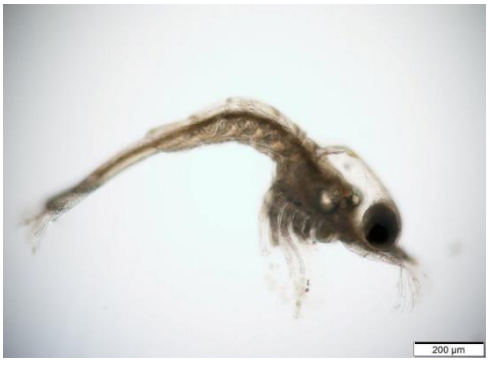
Larvacea (20X)

Tintinnida (10X)



Limacinidae (40X)

Brachyuran larvae (4X)



Euphausiacea(10X)

ภาพผนวก ค - 1 ตัวอย่างของแพลงก์ตอนสัตว์ บางส่วนที่พบบริเวณแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง