

อิทธิพลน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อความหลากหลายชนิดและความชุกชุมแพลงก์ตอนพืชในป่าชายเลนด้านหน้าโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ.บ้านแหลม จ.เพชรบุรี

## The Effect of Municipal Wastewater Treatment System on Species Diversity and Density of Phytoplankton in Mangrove Forest in front of The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province

นพิมพ์พร แสงวิเชียร<sup>1</sup>, เกษม จันทร์แก้ว<sup>2</sup>, นฤชิต ดำปิ่น<sup>3</sup>

Napimporn Sangvichien<sup>1</sup>, Kasem Chunkao<sup>2</sup>, Narouchit Dampin<sup>3</sup>

Received: 18 January 2019; Revised: 17 April 2019; Accepted: 8 May 2019

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่มีต่อความหลากหลายชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชบริเวณป่าชายเลนด้านหน้าโครงการฯ เปรียบเทียบกับป่าชายเลนอ้างอิง เก็บตัวอย่างในช่วงเดือนพฤษภาคม 2559 - เมษายน 2560 ผลการศึกษาพบว่าแนวป่าชายเลนด้านหน้าโครงการฯ และแนวป่าชายเลนอ้างอิงมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) ค่าบีโอดี (BOD) และค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$  และ  $p < 0.05$  ตามลำดับ) ส่วนความหลากหลายชนิด ความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช และดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชทั้งสองแนวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ดังนั้นน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการฯ จึงไม่มีอิทธิพลต่อความหลากหลายชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในป่าชายเลนบริเวณด้านหน้าโครงการฯ

**คำสำคัญ:** แพลงก์ตอนพืช น้ำเสียชุมชน ป่าชายเลน เพชรบุรี

### Abstract

The objective of this study was to investigate the effect of municipal wastewater treatment system on species diversity and density of phytoplankton in mangrove forest in front of the Royal LERD Project compared with a reference mangrove. The effluent from the Royal LERD Project was collected and dissolve oxygen (DO), biochemical demand (BOD), total solid (TS), and phytoplankton were monitored during May 2016 to April 2017. The results reveal that the mean value of DO, BOD, and TS of effluent in the experiment and reference mangrove were significant different while the species diversity and density of phytoplankton of both mangroves were not significantly different. Therefore, wastewater from the municipal wastewater treatment system of the Royal LERD Project does not have an effect on species diversity and density of phytoplankton in mangrove forest in front of the Royal LERD Project.

**Keywords:** Phytoplankton, Municipal wastewater, Mangrove, Phetchaburi

<sup>1</sup> นิสิตปริญญาเอก, <sup>2</sup>ศาสตราจารย์, <sup>3</sup>อาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

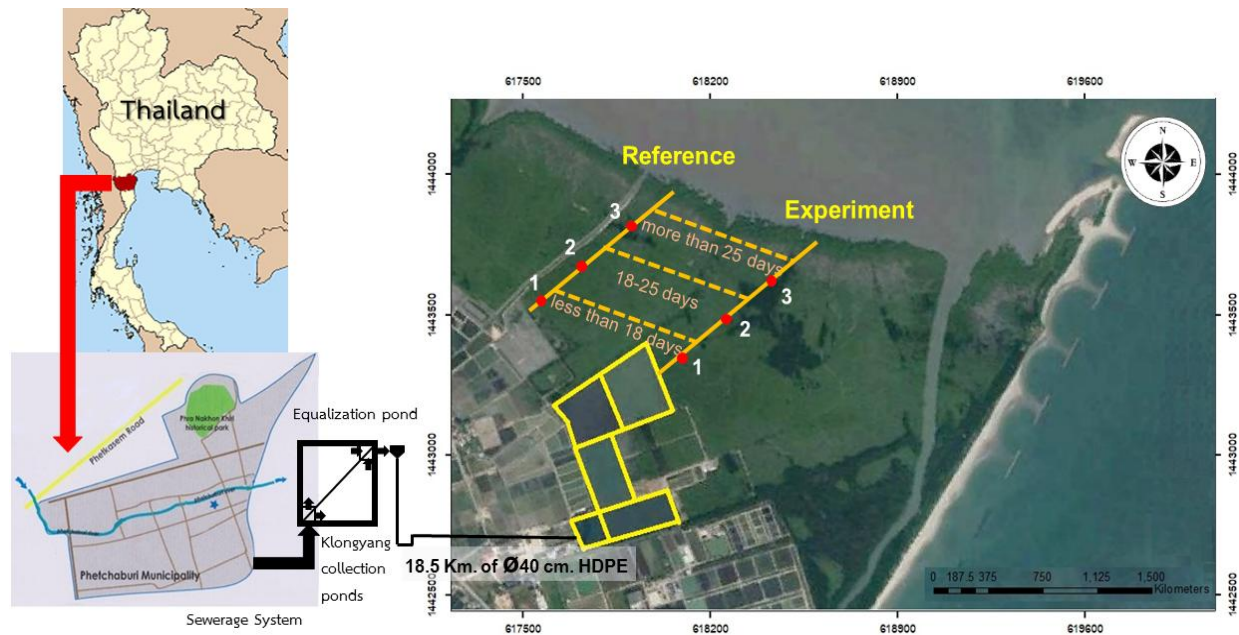
<sup>1</sup> Ph.D. students, <sup>2</sup>Professors, <sup>3</sup>Lecturers, Department of Environment Science, Faculty of Environment, Kasetsart University

**บทนำ**

ป่าชายเลน (Mangrove forest) เป็นระบบนิเวศที่มีลักษณะเฉพาะและมีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ เนื่องจากเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน แหล่งที่อยู่อาศัย รวมถึงเป็นแหล่งหลบภัยของสัตว์น้ำนานาชนิด ดังนั้น ป่าชายเลนจึงเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง มีการถ่ายทอดพลังงาน (Energy pathway) และการหมุนเวียนสารอาหาร (Nutrient flow) โดยมีแพลงก์ตอนพืชเป็นจุดเริ่มต้นของผลผลิตปฐมภูมิ (Primary productivity)<sup>1</sup> ในห่วงโซ่อาหาร (Food chain) ของระบบนิเวศป่าชายเลน

ป่าชายเลนด้านหน้าโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี มีพื้นที่ประมาณ 1,000 ไร่ มีระยะของป่าจากแผ่นดินถึงชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 920 เมตร มีไม้เด่น คือ แสมทะเล (*Avicennia marina*) รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีแบบบ่อฝังจำนวน 5 บ่อ โดยน้ำเสียชุมชนจากเขตเทศบาลเมืองเพชรบุรีปริมาณ

6,067 ลูกบาศก์เมตรต่อวันไหลเข้าสู่บ่อตกตะกอน<sup>2</sup> บ่อฝังที่ 1, 2, 3 และบ่อปรับสภาพ ตามลำดับ ซึ่งใช้หลักการทำงานด้วยกระบวนการธรรมชาติช่วยธรรมชาติที่อาศัยการทำงานร่วมกันของแสงแดด กระแสลม สหาร่าย และจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ จากนั้นน้ำเสียที่ถูกบำบัดแล้วจะไหลออกสู่ป่าชายเลนและไหลลงสู่หาดโคลนบริเวณด้านหน้าโครงการฯ ต่อไป แต่น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการฯ ยังมีปริมาณธาตุอาหารค่อนข้างสูง<sup>3</sup> ซึ่งอาจส่งผลต่อความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นผู้ผลิตขั้นต้นจนอาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าชายเลนและชายฝั่งได้ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการฯ ที่มีต่อความหลากหลายชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นผู้ผลิตขั้นต้นบริเวณป่าชายเลนที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งของโครงการฯ เปรียบเทียบพื้นที่ป่าชายเลนอ้างอิง เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลนต่อไป



**Figure 1** Study site in The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province

**วิธีการศึกษา**

**การกำหนดพื้นที่ศึกษา**

กำหนดพื้นที่ศึกษาในแนวป่าชายเลนจำนวน 2 แนว คือ แนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (Experiment) และบริเวณป่าชายเลนอ้างอิง (Reference) ซึ่งไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งของโครง

การฯ แต่ละแนวกำหนดจุดเก็บตัวอย่างแนวละ 3 สถานี โดยพิจารณาตามจำนวนวันที่น้ำทะเลท่วมในรอบหนึ่งเดือนตามแนวทางการศึกษาของ อรทัย<sup>4</sup> (Table 1 และ Figure 1)

**การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง**

เก็บตัวอย่างน้ำและแพลงก์ตอนพืช ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2559 - เมษายน 2560 โดยเก็บ 1 เดือนเว้น 1 เดือน ในชวงเวลาน้ำทะเลขึ้นสูงสุดตามสถานีที่กำหนดไว้

ที่ระดับความลึก 0.30 เมตรจากผิวน้ำ จำนวน 3 ซ้ำ (Triplicate) โดยตรวจวัดคุณภาพน้ำภาคสนามก่อนเก็บตัวอย่างน้ำและแพลงก์ตอนพืชทุกๆ สถานีเก็บตัวอย่าง เพื่อให้คุณภาพน้ำไม่เปลี่ยนแปลงมากนักก่อนนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำภาคสนามได้ทำการสอบเทียบเครื่องมือด้วยสารละลายมาตรฐานก่อนใช้งานทุกครั้ง ทั้งนี้คุณภาพน้ำภาคสนามที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ อุณหภูมิ (temperature) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) ด้วยเครื่อง DO meter ความเค็ม ด้วยเครื่อง EC meter และความขุ่น ด้วยเครื่อง Turbidity meter เก็บรักษาตัวอย่างโดยแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการเคมีของโครงการฯ ได้แก่ ค่าบีโอดี (BOD) ทีเคเอ็น (TKN) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) และปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS) ตามวิธีการของ APHA AWWA และ WEF<sup>5</sup>

**Table 1** Sampling stations of mangrove forest in front of The Royal LERD (Experiment) and Reference Station (Reference)

Station	Average days of sea level rise (days/month)	Distance from land (meter)	
		Experiment	Reference
1	< 18 days	200	50
2	18-25 days	500	250
3	> 25 days	800	500

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในสถานีเดียวกับการเก็บตัวอย่างน้ำ โดยตวงน้ำตัวอย่างปริมาตร 20 ลิตร กรองผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดช่องตา 20 ไมครอน นำน้ำตัวอย่างที่ได้ใส่ขวดเก็บตัวอย่างขนาด 100 มิลลิลิตร เก็บรักษาตัวอย่างด้วยน้ำยาฟอร์มอลินเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการชีววิทยาของโครงการฯ เพื่อทำการจำแนกชนิดและประเมินปริมาณ ตามวิธีของลิตดา<sup>6</sup>

การวิเคราะห์ข้อมูล คำนวณค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช (H') ตามสมการของ Shannon and Wiener<sup>7</sup> วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชด้วยวิธี t-test และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างรายคู่ตามวิธีของ Duncan และทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS Statistic 17.0

**ผลการศึกษา**

**คุณภาพน้ำ**

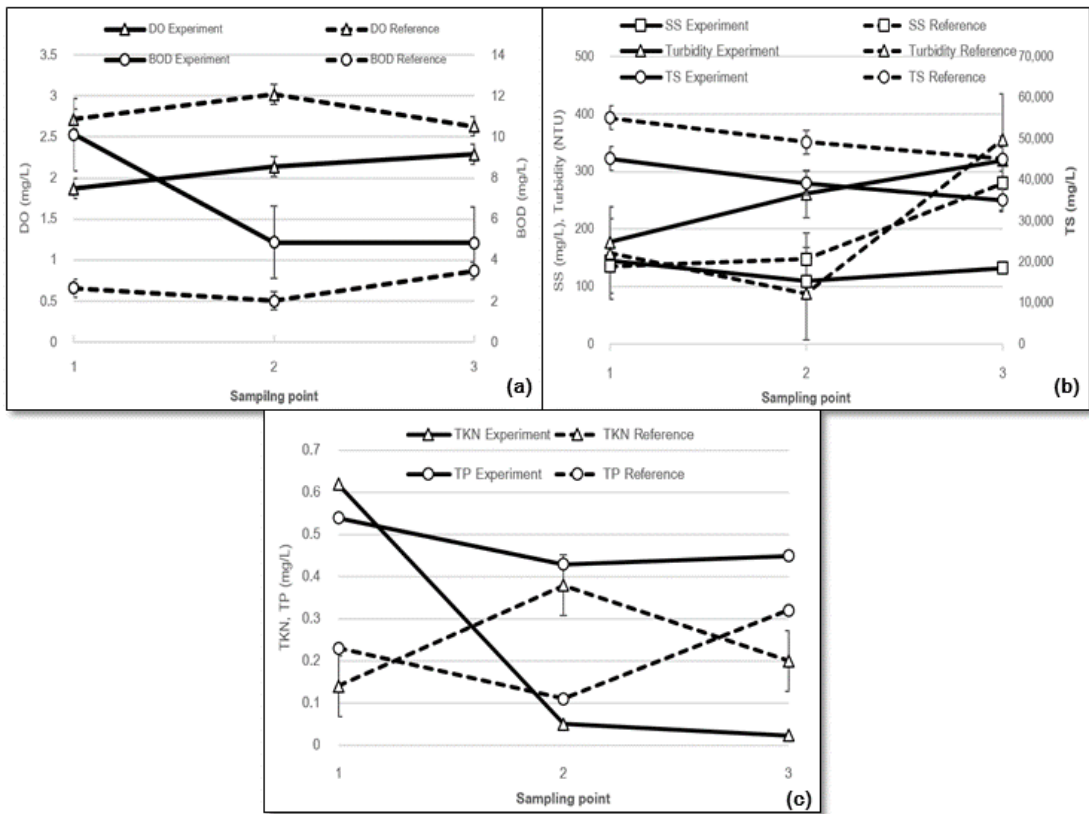
น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการฯ มีค่าเฉลี่ยดัชนีคุณภาพน้ำ ดังนี้ อุณหภูมิ 30.04±1.07 °C ค่าความเป็นกรด-ด่าง 9.09±0.31 ความเค็ม 0.30±0.15 ppt ค่าความขุ่น 90.33±35.65 NTU ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO), บีโอดี (BOD), ทีเคเอ็น (TKN), ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP), ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) และปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS) มีค่า 9.30±1.31, 16.48±3.94, 41.18±8.17, 3.71±2.22, 0.18±0.17, 643.91±116.82 และ 41.08±7.80 mg/L ตามลำดับ

แนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งของโครงการฯ มีคุณภาพน้ำบริเวณสถานีที่ 1 สถานีที่ 2 และสถานีที่ 3 ดังนี้ อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 27.15-27.56 °C ความเค็มมีค่าอยู่ในช่วง 17.38-19.56 ppt ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 1.87-2.29 mg/L ความขุ่นมีค่าอยู่ในช่วง 177.09-319.60 NTU มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่สถานีที่ 1 ถึงสถานีที่ 3 (Table 2, Figure 2(a),(b)) ส่วนค่าบีโอดี และปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 4.84-10.13 และ 35,077.60-45,166.00 mg/L ตามลำดับ มีแนวโน้มลดลงจากสถานีที่ 1 จนถึงสถานีที่ 3 (Table 2, Figure 2(a),(b)) ความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ในช่วง 7.67-7.72 สถานีที่ 2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากสถานีที่ 1 จากนั้นลดลงในสถานีที่ 3 (Table 2) ปริมาณของแข็งแขวนลอย ทีเคเอ็น และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 109.00-144.6, 0.05-0.61 และ 0.43-0.54 mg/L ตามลำดับ โดยมีค่ามากที่สุดที่สถานีที่ 1 จากนั้นลดลงในสถานีที่ 2 และเพิ่มขึ้นในสถานีที่ 3 (Table 2, Figure 2(b),(c)) เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในสถานีที่ 1, 2 และ 3 พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) (Table 2)

แนวป่าชายเลนอ้างอิง มีค่าคุณภาพน้ำบริเวณสถานีที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 27.50-27.80 °C และปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าอยู่ในช่วง 135.00-280.00 mg/L มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากสถานีที่ 1 จนถึงสถานีที่ 3 (Table 2, Figure 2(b)) ความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ในช่วง 7.68-7.84 และปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 45,076.00-55,089.67 mg/L มีแนวโน้มลดลงตั้งแต่สถานีที่ 1 จนถึงสถานีที่ 3 (Table 2, Figure 2(b)) ความเค็มมีค่าอยู่ในช่วง 15.96-18.38 ppt มีค่ามากที่สุดที่สถานีที่ 1 จากนั้นลดลงในสถานีที่ 2 และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในสถานีที่ 3 (Table 2) ปริมาณ

ออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 2.63-3.01 mg/L โดยสถานีที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นจากสถานีที่ 1 จากนั้นลดลงในสถานีที่ 3 (Table 2, Figure 2(a)) ที่เคเอ็นมีค่าอยู่ในช่วง 0.14-0.38 mg/L ในสถานีที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นจากสถานีที่ 1 และเพิ่มขึ้นในสถานีที่ 3 (Table 2, Figure 2(c)) ความขุ่นมีค่าอยู่ในช่วง 87.74-355.58 NTU โดยสถานีที่ 2 มีค่าลดลงจากสถานีที่ 1 และเพิ่มขึ้นในสถานีที่ 3 (Table 2) บีโอดี และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 2.02-3.48 และ 0.11-0.32 mg/L ตามลำดับ โดยในสถานีที่ 2 มีค่าลดลงจากสถานีที่ 1 และมีค่าเพิ่มขึ้นในสถานีที่ 3 (Table 2, Figure 2(a),(c)) เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในสถานีที่ 1, 2 และ 3 พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) (Table 2)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งจากโครงการฯ และแนวป่าชายเลนอ้างอิง พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.01$  และ  $p<0.05$  ตามลำดับ) โดยในแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งของโครงการฯ มีค่าน้อยกว่าแนวป่าชายเลนอ้างอิง และค่าเฉลี่ยบีโอดีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งของโครงการฯ มีค่ามากกว่าแนวป่าชายเลนอ้างอิง ส่วนค่าคุณภาพน้ำอื่นๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ )



**Figure 2** Water quality variation in Mangrove forest in front of The Royal LERD Project (Experiment) and Reference mangrove (Reference) from station 1, 2 and 3

- (a) DO and BOD
- (b) Suspended solid (SS), Turbidity and Total Solid (TS)
- (c) TKN and Total Phosphorus (TP)

**แพลงก์ตอนพืช**

ความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืช

บริเวณพื้นที่ศึกษาพบแพลงก์ตอนพืชอยู่ในทั้ง 3 ดิวิชัน (Divisions) 5 คลาส (Classes) ประกอบด้วย ดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae จำนวน 9 ชนิด ดิวิชัน

Chlorophyta คลาส Chlorophyceae และคลาส Euglenophyceae จำนวน 5 และ 1 ชนิด ตามลำดับ และดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และคลาส Dinophyceae จำนวน 50 และ 6 ชนิด ตามลำดับ รวมทั้งสิ้นจำนวน 71 ชนิด

แนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งของโครงการฯ พบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชจำนวน 3 ดิวิชัน 5 คลาส ประกอบด้วย ดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae จำนวน 9 ชนิด ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Chlorophyceae และคลาส Euglenophyphyceae จำนวน 4 และ 1 ชนิด ตามลำดับ และดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และคลาส Dinophyceae จำนวน 47 และ 5 ชนิด ตามลำดับ รวมทั้งสิ้นจำนวน 66 ชนิด ดัชนีความหลากหลายของ

แพลงก์ตอนพืช (H') อยู่ในช่วง 1.52-2.06 (Table 3) โดยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อออกสู่ชายหาด เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในสถานีที่ 1, 2 และ 3 พบว่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่าในสถานีที่ 2 มีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด รองลงมาคือสถานีที่ 3 และสถานีที่ 1 ตามลำดับ (Table 3)

**Table 2** The mean and standard deviation of water quality in Mangrove forest in front of The Royal LERD Project (Experiment) and Reference site (Reference)

Parameter	Sampling station 1		Sampling station 2		Sampling station 3		Mean	
	Experiment	Reference	Experiment	Reference	Experiment	Reference	Experiment	Reference
Temperature (°C)	27.15±1.25 <sup>a</sup>	27.50±1.97 <sup>a</sup>	27.48±1.46 <sup>a</sup>	27.66±1.94 <sup>a</sup>	27.56±1.57 <sup>a</sup>	27.80±1.94 <sup>a</sup>	27.38±1.35 <sup>a</sup>	27.65±1.84 <sup>a</sup>
pH	7.67±0.48 <sup>a</sup>	7.84±0.40 <sup>a</sup>	7.68±0.45 <sup>a</sup>	7.75±0.36 <sup>a</sup>	7.72±0.45 <sup>a</sup>	7.68±0.45 <sup>a</sup>	7.69±0.43 <sup>a</sup>	7.76±0.39 <sup>a</sup>
Salinity (ppt.)	17.38±10.63 <sup>a</sup>	18.38±9.65 <sup>a</sup>	18.97±12.76 <sup>a</sup>	15.96±9.05 <sup>a</sup>	19.56±8.38 <sup>a</sup>	16.26±8.57 <sup>a</sup>	18.58±10.23 <sup>a</sup>	16.87±8.62 <sup>a</sup>
DO (mg/L)	1.87±0.49 <sup>a</sup>	2.72±1.01 <sup>a</sup>	2.14±0.59 <sup>a</sup>	3.01±0.44 <sup>a</sup>	2.29±0.34 <sup>a</sup>	2.63±0.58 <sup>a</sup>	2.08±0.49 <sup>a</sup>	2.79±0.70 <sup>a</sup>
BOD (mg/L)	10.13±10.63 <sup>a</sup>	2.63±0.67 <sup>a</sup>	4.87±3.55 <sup>a</sup>	2.02±1.12 <sup>a</sup>	4.84±1.49 <sup>a</sup>	3.48±1.73 <sup>a</sup>	6.72±6.82 <sup>a</sup>	2.71±1.33 <sup>a</sup>
SS (mg/L)	144.67±133.63 <sup>a</sup>	135.00±136.89 <sup>a</sup>	109.00±45.18 <sup>a</sup>	147.33±71.72 <sup>a</sup>	132.00±48.10 <sup>a</sup>	280.00±226.04 <sup>a</sup>	128.35±83.91 <sup>a</sup>	187.44±163.14 <sup>a</sup>
Turbidity (NTU)	177.09±192.64 <sup>a</sup>	158.07±160.12 <sup>a</sup>	261.19±267.16 <sup>a</sup>	87.74±41.41 <sup>a</sup>	319.60±361.02 <sup>a</sup>	355.58±316.64 <sup>a</sup>	248.69±264.65 <sup>a</sup>	200.46±226.15 <sup>a</sup>
TKN (mg/L)	0.61±0.97 <sup>a</sup>	0.14±0.22 <sup>a</sup>	0.05±0.00 <sup>a</sup>	0.38±0.56 <sup>a</sup>	0.23±0.40 <sup>a</sup>	0.20±0.036 <sup>a</sup>	0.30±0.63 <sup>a</sup>	0.24±0.40 <sup>a</sup>
TP (mg/L)	0.54±0.75 <sup>a</sup>	0.23±0.11 <sup>a</sup>	0.43±0.35 <sup>a</sup>	0.11±0.04 <sup>a</sup>	0.45±0.34 <sup>a</sup>	0.32±0.22 <sup>a</sup>	0.48±0.49 <sup>a</sup>	0.22±0.16 <sup>a</sup>
TS (mg/L)	45166.00± 11649.97 <sup>a</sup>	55089.67± 9584.61 <sup>a</sup>	39166.67± 13290.38 <sup>a</sup>	49180.00± 11804.29 <sup>a</sup>	35077.60± 4094.28 <sup>a</sup>	45076.00± 12884.47 <sup>a</sup>	40081.41± 10937.79 <sup>a</sup>	49781.89± 11606.69 <sup>a</sup>

\*values followed by the same letter do not different significantly

แนวป่าชายเลนอ้างอิง พบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชจำนวน 3 ดิวิชัน 4 คลาส ประกอบด้วย ดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae จำนวน 9 ชนิด ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Chlorophyceae จำนวน 1 ชนิด และดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และคลาส Dinophyceae จำนวน 43 และ 5 ชนิด ตามลำดับ รวมทั้งสิ้นจำนวน 58 ชนิด ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช (H') อยู่ในช่วง 1.81-2.05 (Table 3) มีค่ามากที่สุดที่สถานีที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชในสถานีที่ 1, 2 และ 3 พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่ในสถานีที่ 3 มีความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุดรองลงมาคือสถานีที่ 2 และสถานีที่ 1 ตามลำดับ (Table 3)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชในแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งของโครง

การฯ และแนวป่าชายเลนอ้างอิง พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่าในแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งของโครงการฯ มีความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืช มากกว่าแนวป่าชายเลนอ้างอิง (Table 3)

*ความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช*

บริเวณพื้นที่ศึกษาพบความชุกชุมแพลงก์ตอนพืชอยู่ในช่วง 1,279-171,412 เซลล์ต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนพืช ดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae มีความชุกชุมมากที่สุด รองลงคือแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มีความชุกชุมอยู่ในช่วง 974-48,648 และ 244-122,694 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ

แนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งของโครงการฯ พบความชุกชุมแพลงก์ตอนพืชอยู่ในช่วง 11,047-171,412 เซลล์ต่อลิตร โดยพบความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Cyanophyta

**Table 3** The mean and standard deviation of species diversity of phytoplankton in Mangrove forest in front of The Royal LERD Project (Experiment) and Reference site (Reference)

Species diversity of phytoplankton	Sampling station 1		Sampling station 2		Sampling station 3		Mean	
	Experiment	Reference	Experiment	Reference	Experiment	Reference	Experiment	Reference
Division Cyanophyta								
- Class Cyanophyceae	1.67±0.52 <sup>a</sup>	2.00±1.26 <sup>a</sup>	2.33±1.21 <sup>a</sup>	1.67±1.21 <sup>a</sup>	2.33±1.97 <sup>a</sup>	2.17±1.47 <sup>a</sup>	2.11±1.32 <sup>a</sup>	1.94±1.26 <sup>a</sup>
Division Chlorophyta								
- Class Chlorophyceae	0.50±0.84 <sup>a</sup>	-	0.17±0.41 <sup>a</sup>	-	0.17±0.41 <sup>a</sup>	0.17±0.41 <sup>a</sup>	0.28±0.57 <sup>a</sup>	0.06±0.23 <sup>a</sup>
- Class Euglenophyceae	-	-	-	-	0.17±0.41 <sup>a</sup>	-	0.06±0.23 <sup>a</sup>	-
Division Chromophyta								
- Class Bacillariophyceae	13.83±2.32 <sup>a</sup>	14.50±4.81 <sup>a</sup>	20.33±2.16 <sup>a</sup>	15.00±6.32 <sup>a</sup>	18.17±9.28 <sup>a</sup>	17.17±8.47 <sup>a</sup>	17.44±6.00 <sup>a</sup>	15.55±6.41 <sup>a</sup>
- Class Dinophyceae	0.83±1.17 <sup>a</sup>	0.17±0.41 <sup>a</sup>	1.26±0.52 <sup>a</sup>	1.50±0.84 <sup>b</sup>	1.63±0.67 <sup>a</sup>	0.67±0.52 <sup>a</sup>	1.30±0.31 <sup>a</sup>	0.78±0.81 <sup>a</sup>
Number of Species	16.83±2.48 <sup>a</sup>	16.67±5.54 <sup>a</sup>	23.83±3.25 <sup>a</sup>	18.17±6.82 <sup>a</sup>	22.17±11.25 <sup>a</sup>	20.17±9.09 <sup>a</sup>	20.94±7.18 <sup>a</sup>	18.33±7.01 <sup>a</sup>
Biodiversity Index	1.52±0.47 <sup>a</sup>	1.81±0.37 <sup>a</sup>	1.93±0.48 <sup>a</sup>	2.05±0.30 <sup>a</sup>	2.06±0.61 <sup>a</sup>	1.85±0.57 <sup>a</sup>	1.82±0.54 <sup>a</sup>	1.90±0.42 <sup>a</sup>

\*values followed by the same letter do not different significantly

คลาส Cyanophyceae มากที่สุด รองลงมาคือ ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae และดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae ตามลำดับ (Table 3) คิดเป็นร้อยละ 52.76, 46.34, 0.75, 0.14 และ 0.01 ตามลำดับ แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นในสถานีที่ 1 พบ *Nitzschia* sp. มากที่สุด (ร้อยละ 50.84) รองลงมา คือ *Rhizosolenia* sp. และ *Oscillatoria* sp. (ร้อยละ 16.92 และ 9.04 ตามลำดับ) สถานีที่ 2 พบ *Oscillatoria* sp. มากที่สุด (ร้อยละ 31.93) รองลงมาคือ *Nitzschia* sp. และ *Nostoc* sp. (ร้อยละ 23.41 และ 12.21 ตามลำดับ) และสถานีที่ 3 พบ *Oscillatoria* sp มากที่สุด (ร้อยละ 53.37) รองลงมาคือ *Navicula* sp. และ *Anabaena* sp. (ร้อยละ 15.34 และ 12.05 ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในสถานีที่ 1, 2

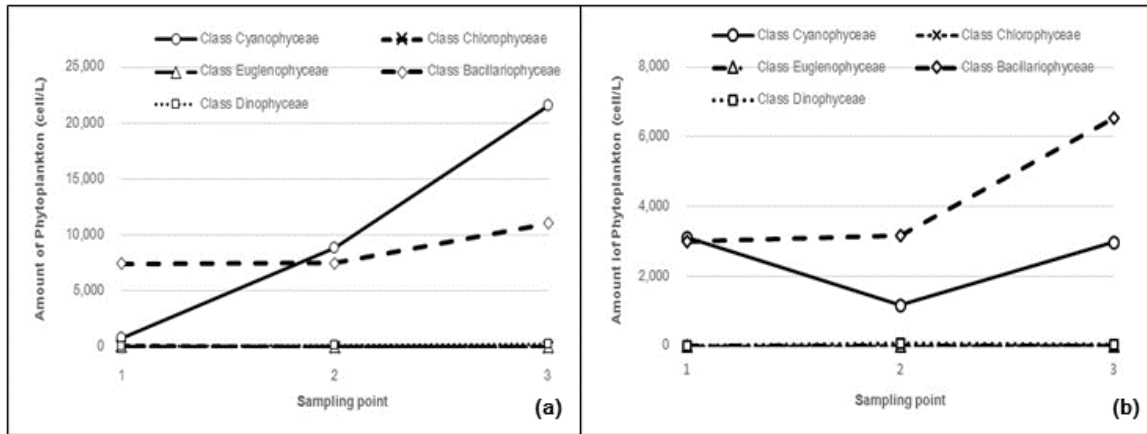
และ 3 พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่ในสถานีที่ 3 มีความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด รองลงมาคือสถานีที่ 2 และสถานีที่ 1 ตามลำดับ (Table 4)

แนวป่าชายเลนอ้างอิง พบความชุกชุมแพลงก์ตอนพืชอยู่ในช่วง 1,279-32,750 เซลล์ต่อลิตร พบความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด รองลงมาคือแพลงก์ตอนพืช ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae และดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae คิดเป็นร้อยละ 63.37, 36.10, 0.51 และ 0.02 ตามลำดับ (Table 3) แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบในสถานีที่ 1 คือ *Oscillatoria* sp. (ร้อยละ 43.99) รองลงมาคือ *Nitzschia* sp. และ *Rhizosolenia* sp. (ร้อยละ 11.40 และ 11.07 ตามลำดับ)

**Table 4** The mean and standard deviation of density of phytoplankton in Mangrove forest in front of The Royal LERD Project (Experiment) and Reference site (Reference)

Density of phytoplankton (cell/L)	Sampling station 1		Sampling station 2		Sampling station 3		Mean	
	Experiment	Reference	Experiment	Reference	Experiment	Reference	Experiment	Reference
Division Cyanophyta								
- Class Cyanophyceae	779.5±434.97 <sup>a</sup>	3103.83±5322.95 <sup>a</sup>	8791.67±13683.17 <sup>a</sup>	1171.67±2192.44 <sup>a</sup>	21537.20±45607.02 <sup>a</sup>	2977.33±4124.09 <sup>a</sup>	9712.53±25544.19 <sup>a</sup>	2401.00±3945.71 <sup>a</sup>
Division Chlorophyta								
- Class Chlorophyceae	65.33±105.14 <sup>a</sup>	-	6.50±15.92 <sup>a</sup>	-	2.40±5.36 <sup>a</sup>	4.00±9.80 <sup>a</sup>	26.06±66.61 <sup>a</sup>	1.33±5.65 <sup>a</sup>
- Class Euglenophyceae	-	-	-	-	0.20±0.45 <sup>a</sup>	-	0.06±0.24 <sup>a</sup>	-
Division Chromophyta								
- Class Bacillariophyceae	7442.00±6449.36 <sup>a</sup>	3010.33±2939.91 <sup>a</sup>	7511.83±4998.59 <sup>a</sup>	3186.83±4454.15 <sup>a</sup>	11060.60±10853.93 <sup>a</sup>	6534.83±5449.32 <sup>a</sup>	8530.94±7286.45 <sup>a</sup>	4244.00±4460.36 <sup>a</sup>
- Class Dinophyceae	30.17±54.27 <sup>a</sup>	1.67±4.08 <sup>a</sup>	171.83±376.00 <sup>a</sup>	71.67±61.70 <sup>b</sup>	229.40±335.29 <sup>a</sup>	29.00±27.06 <sup>ab</sup>	138.76±283.91 <sup>a</sup>	34.11±47.10 <sup>a</sup>
Total	8317.00±6460.36 <sup>a</sup>	6115.83±6847.79 <sup>a</sup>	16481.83±17339.67 <sup>a</sup>	4430.16±5162.11 <sup>a</sup>	32829.80±55957.04 <sup>a</sup>	9545.17±9290.65 <sup>a</sup>	18408.35±31533.65 <sup>a</sup>	6697.05±7198.08 <sup>a</sup>

\*values followed by the same letter do not different significantly



**Figure 3** Variation in amount of phytoplankton from station 1, 2 and 3 Mangrove forest in front of The Royal LERD Project (Experiment) Reference mangrove

สถานที่ 2 พบ *Coscinodiscus* sp. มากที่สุด (ร้อยละ 32.87) รองลงมาคือ *Oscillatoria* sp. และ *Chaetoceros* sp. (ร้อยละ 14.94 และ 11.88 ตามลำดับ) และสถานที่ 3 พบ *Oscillatoria* sp. มากที่สุด (ร้อยละ 29.33) รองลงมาคือ *Coscinodiscus* sp. และ *Nitzschia* sp. (ร้อยละ 24.89 และ 10.09 ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบ ความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในสถานที่ 1, 2 และ 3 พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่ในสถานที่ 3 มีความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชมากที่สุดรองลงมาคือสถานที่ 1 และสถานที่ 2 ตามลำดับ (Table 4)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งของโครงการฯ และแนวป่าชายเลนอ้างอิง พบว่าความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช ดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยในแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งจากโครงการฯ มีความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชมากกว่าแนวป่าชายเลนอ้างอิง ส่วนความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชรวมและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในคลาสอื่นๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่แนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งจากโครงการฯ มีความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชรวมและแพลงก์ตอนพืชในคลาสอื่นๆ มากกว่าแนวป่าชายเลนอ้างอิง (Table 4)

**ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืช กับคุณภาพน้ำ**

แนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งจากโครงการฯ พบว่าความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืช ดิวิชัน Chromophyta คลาส Dinophyceae มีความสัมพันธ์แบบผันตรงกับค่าความเค็มของน้ำ ( $r=0.690, p<0.01$ ) แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมิและความขุ่นของน้ำ ( $r=-0.572, p<0.05$  และ

$r=-0.546, p<0.05$  ตามลำดับ) และความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืช ดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ( $r=-0.499, p<0.05$ )

แนวป่าชายเลนอ้างอิง พบว่า ความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืช ดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และ ความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดมีความสัมพันธ์แบบผันตรงกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ( $r=-0.477, p<0.05, r=-0.472, p<0.05$  และ  $r=-0.536, p<0.05$  ตามลำดับ)

**ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช กับคุณภาพน้ำ**

แนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งจากโครงการฯ พบว่าความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช ดิวิชัน Chromophyta คลาส Dinophyceae มีความสัมพันธ์แบบผันตรงกับค่าความเค็มของน้ำ ( $r=0.566, p<0.05$ ) แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมิของน้ำ ( $r=-0.645, p<0.01$ )

แนวป่าชายเลนอ้างอิง พบว่า ความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช ดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ( $r=-0.723, p<0.01$ ) และความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช ดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae มีความสัมพันธ์แบบผันตรงกับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ( $r=0.514, p<0.05$ ) และความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชรวมมีความสัมพันธ์แบบผันตรงกับอุณหภูมิของน้ำ ( $r=0.479, p<0.05$ ) และมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ( $r=-0.491, p<0.05$ )

## วิจารณ์และสรุปผล

คุณภาพน้ำบริเวณแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งจากโครงการฯ และแนวป่าชายเลนอ้างอิง มีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาของอรทัย<sup>4</sup> โดยแนวป่าชายเลนอ้างอิงมีค่ามากกว่า เนื่องจากน้ำทิ้งจากโครงการฯ มีปริมาณสารอินทรีย์ปนเปื้อนสูงกว่า ดังนั้นจึงเกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นสารอนินทรีย์โดยจุลินทรีย์ แบบ aerobic process ใช้  $O_2$  เป็นตัวรับอิเล็กตรอน ปริมาณออกซิเจนในน้ำจึงมีค่าน้อยสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่าค่าเฉลี่ยบีโอดีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (Table 2) โดยในแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งของโครงการฯ มีค่าสูงกว่าแนวป่าชายเลนอ้างอิง ส่วนดัชนีคุณภาพน้ำอื่น พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (Table 2) และพบว่าคุณภาพน้ำบริเวณแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งจากโครงการฯ และแนวป่าชายเลนอ้างอิงในสถานีเก็บตัวอย่างที่ 1, 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (Table 2) แต่บริเวณแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งจากโครงการฯ มีค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำบางดัชนีมากกว่าบริเวณป่าชายเลนอ้างอิงเล็กน้อย เนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการฯ

บริเวณแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งจากโครงการฯ และแนวป่าชายเลนอ้างอิง พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 66 และ 58 ชนิด ตามลำดับ จาก 3 ดิวิชัน 5 คลาส ประกอบด้วย ดิวิชัน Cyanophyta (Blue green algae) ดิวิชัน Chlorophyta จำนวน 2 คลาส คือ คลาส Chlorophyceae (Green algae) และคลาส Euglenophyceae (Euglenoid) และ ดิวิชัน Chromophyta จำนวน 2 คลาส คือ คลาส Bacillariophyceae (Diatom) และคลาส Dinophyceae (Dinoflagellate) (Table 3) แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบในแนวป่าชายเลนที่รับน้ำทิ้งของโครงการฯ และแนวป่าชายเลนอ้างอิง อยู่ใน ดิวิชัน Cyanophyta (Blue green algae) ชนิด *Oscillatoria* sp. เนื่องจากในน้ำทิ้งของโครงการฯ มีปริมาณธาตุอาหารที่สูงกว่า (Table 2) ซึ่ง *Oscillatoria* sp. เจริญเติบโตได้ในแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารสูง<sup>9</sup> สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำทะเล มีความสามารถในการสังเคราะห์แสง<sup>9</sup> และเจริญเติบโตได้ดีเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า  $25^{\circ}C$ <sup>10</sup>

ความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืช ในแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งจากโครงการฯ และแนวป่าชายเลนอ้างอิง มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (Table 3) เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้น-ลงเช่นเดียวกัน ในขณะที่ความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chromophyta คลาส

Bacillariophyceae แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งจากโครงการฯ มีความชุกชุมมากกว่า (Table 3) แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบคือ *Nitzschia* sp. และ *Navicula* sp. (ร้อยละ 36.4 และ 19.3 ของแพลงก์ตอนพืช ดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae ที่พบทั้งหมดตามลำดับ) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ว่าคุณภาพน้ำมีการปนเปื้อนของธาตุอาหาร<sup>11</sup> ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งจากโครงการฯ มีค่ามากกว่าแนวป่าชายเลนอ้างอิง (Table 3 และ Table 4) เนื่องจากคุณภาพน้ำและธาตุอาหารที่แตกต่างกัน (Table 2) มีผลต่อชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช<sup>12,13</sup>

แนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทิ้งจากโครงการฯ มีความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชในสถานีที่ 1, 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) และมีความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในสถานีที่ 1, 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) เนื่องจากป่าชายเลนมีระยะแคบ (ไม่เกิน 1 กิโลเมตร) เมื่อน้ำทะเลขึ้นสูงสุดมวลน้ำจะเข้ามาในป่าชายเลนทั้งพื้นที่ จึงทำให้พบแพลงก์ตอนพืชกระจายอยู่ทั่วไป โดยในสถานีที่ 2 ซึ่งอยู่ในตอนกลาง เป็นจุดที่มวลน้ำมีการผสมกันระหว่างน้ำทะเลและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการฯ ที่ไหลผ่านป่าชายเลนมาปะทะกัน จึงพบจำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืชมากกว่าสถานีที่ 1 และ 3 (Table 3)

ทั้งนี้ในแนวป่าชายเลนที่รับน้ำทิ้งของโครงการฯ พบแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มีความชุกชุมมากที่สุดและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อออกสู่ทะเล (Table 4 และ Figure 3(a)) เนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการฯ ที่พบแพลงก์ตอนพืชดิวิชันนี้พบมากที่สุดใต้น้ำที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย สอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chromophyta คลาส Dinophyceae ซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ว่าการปนเปื้อนของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ<sup>11</sup> โดยความหลากหลายชนิดและความชุกชุมแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chromophyta คลาส Dinophyceae มีความสัมพันธ์แบบผันตรงกับค่าความเค็มของน้ำ ( $r = 0.566$ ,  $p < 0.05$ ) ดังนั้น จึงพบมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อออกสู่ทะเล (Table 4 และ Figure 3(a))

แนวป่าชายเลนอ้างอิง มีความหลากหลายชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในสถานีที่ 1, 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่พบแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae มีแนวโน้มของชนิดและความชุกชุมเพิ่มมากขึ้นเมื่อออกสู่ทะเล สอดคล้องกับการศึกษาของจิรพร และสุริย์<sup>14</sup>, ณีศรา<sup>15</sup> และ El Gammal



et, al.<sup>16</sup> ที่พบแพลงก์ตอนพืชคลาส Bacillariophyceae มีชนิดและความชุกชุมมากที่สุด และเป็นแพลงก์ตอนพืชคลาสหลักที่พบในทะเล แสดงว่าแพลงก์ตอนพืชที่พบในป่าชายเลนส่วนใหญ่มาจากทะเล

การศึกษาดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช (H') พบว่าแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทั้งจากโครงการฯ และแนวป่าชายเลนอ้างอิง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยพบว่าในแนวป่าชายเลนที่ได้รับน้ำทั้งจากโครงการฯ มีค่าน้อยกว่าแนวป่าชายเลนอ้างอิง (Table 3) ซึ่งค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช (H') ดังกล่าวบ่งชี้ว่าน้ำทั้ง มีการปนเปื้อนของธาตุอาหารมากกว่า จัดเป็นแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของมลสารในระดับปานกลางตามดัชนีการจำแนกของ Whitton<sup>17</sup>

ความสัมพันธ์ของแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำในแนวป่าชายเลนด้านหน้าโครงการฯ พบว่าความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช ดิวิชัน Chromophyta คลาส Dinophyceae มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าความเค็มของน้ำ ( $r=0.566$ ,  $p<0.05$ ) สอดคล้องกับการศึกษาของ El Gammal et, al.<sup>16</sup> แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมิของน้ำ ( $r=-0.645$ ,  $p<0.01$ ) สอดคล้องกับการศึกษาของ Dhib et, al.<sup>18</sup> ดังนั้นจึงพบความชุกชุมเพิ่มมากขึ้นเมื่อออกสู่ชายฝั่งทะเล (Table 3, Figure 3(a)) เนื่องจากค่าความเค็มและอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลต่อรูปทรงของเซลล์<sup>19</sup> การ metabolism และอัตราการเจริญเติบโต<sup>20</sup> ส่วนแนวป่าชายเลนอ้างอิง พบว่า ความชุกชุมของ แพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ( $r=-0.491$ ,  $p<0.05$ ) สอดคล้องกับการศึกษาของ El Gammal et, al.<sup>16</sup> เนื่องจากมีปริมาณสารอินทรีย์ สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง จุลินทรีย์จึงใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ดังกล่าวเป็นสารอินทรีย์ซึ่งจะไปสนับสนุนการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ส่วนดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ( $r=-0.514$ ,  $p<0.05$ ) เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและสร้างพลังงานให้แก่เซลล์<sup>21</sup> ความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมิของน้ำ ( $r=0.479$ ,  $p<0.05$ ) สอดคล้องกับการศึกษาของ El Gammal et, al.<sup>16</sup> แต่แตกต่างจากผลการศึกษาของ Sabanci<sup>22</sup> และมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ( $r=-0.491$ ,  $p<0.05$ ) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Sabanci<sup>22</sup>

จากผลการศึกษา พบว่า น้ำทั้งจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อฝังที่ไหลลงสู่ป่าชายเลนบริเวณด้านหน้าโครงการฯ

ไม่มีอิทธิพลต่อความหลากหลายชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในป่าชายเลน

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ เจ้าหน้าที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยฯ และผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ช่วยเหลือในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

## เอกสารอ้างอิง

1. Saifullah, A.S.M., Kamal, A.H.M., Idris, M. H., Rajae, A. H., Bhuiyan, M.K.A., Phytoplankton in tropical mangrove estuaries: role and interdependency. Forest Science and Technology. 2016; 12(2): 104-113
2. ธนวัฒน์ จินจารักษ์. สมดุลน้ำในระบบบ่อฝังบำบัดน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2557
3. Poommai, S., Chunkao, K., Dumpin, N., Boonmang, S., Nimpee, C. Determining the In-Pipe Anaerobic Processing Distance before Draining to Oxidation Pond of Municipal Wastewater Treatment. IJESD; 2013. 4(2): 157-162
4. อรทัย จิตไธสง. การศึกษาผลของน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนต่อการเติบโตและซีพีลักษณะของป่าชายเลนบริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ ปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2555
5. APHA AWWA และ WEF. Standard Methods for examination of water and wastewater. 22<sup>nd</sup> ed. Washington; 2012
6. ลัดดา วงศ์รัตน์. แพลงก์ตอนพืช. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2542
7. Shannon, C.E., Wiener, W. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press, Urbana; 1949
8. Nair, A. M.S., Reshma, J.K., Mathew, A., Ashok, A.J.A., Effect of Water Quality on Phytoplankton Abundance in Selected Ponds of Nedumangad Block Panchayat, Kerala. Emer Life Sci Res. 2015; 1(2): 35-40

9. Miranda-Baeza, A., Mariscal-Lopez M. A., Lopez-El, J.A., Rivas-Vega, M.E., Emerenciano, M., Sanchez-Romero, A., Esquer-Mendez, J. L. Effect of inoculation of the cyanobacteria *Oscillatoria* sp. on tilapia biofloc culture. *Aquaculture Research*, 2017; 48: 4725–4734
10. Li, R. Chen, Q., Zhang, X. Recknagel, F. Effects of temperature and macronutrients on phytoplankton communities across three largely different lakes identified by a time space trade-off approach. *Ecological Informatics*. 2015; 29: 174–181
11. จงกล พรมยะ. เอกสารคำสอน แพลงก์ตอนวิทยา. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้; 2560
12. Nincevic-Gladan, Z., Buzancic, M., Kuspilic G., Grbec, B., Matijevic, S., Skejic, S., Marasovic, I., Morovic, M. The response of phytoplankton community to anthropogenic pressure gradient in the coastal waters of the eastern Adriatic Sea. *Ecological Indicators*. 2015; 6: 106–115
13. Vajravelu M., Martin Y., Ayyappan S., and Mayakrishnan M. Seasonal influence of physico-chemical parameters on phytoplankton diversity, community structure and abundance at Parangipettai coastal waters, Bay of Bengal, South East Coast of India. *Oceanologia*. 2018; 60: 114-127
14. จิรพร เจริญวัฒนาพร, สุรีย์ สดภูมินทร์. ความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่ป่าชายเลนเขตสงวนชีวมณฑลระนอง. ใน: เอกสารการประชุมวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา; 2557. หน้า 9-21
15. นิศรา ถาวรโสตร์. การประยุกต์ใช้องค์ประกอบทางชนิดและความหนาแน่นของจำนวนแพลงก์ตอนพืช เพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้สถานภาพสิ่งแวดล้อมชายฝั่งของประเทศไทย. *วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*; 2558
16. El Gammal, M.A.M., Nageeb, M., Al-Sabeb, S. Phytoplankton abundance in relation to the quality of the coastal water – Arabian Gulf, Saudi Arabia. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 2017; 43: 275-272
17. Whitton, B. A. *River Ecology*. University of California, USA; 1975
18. Dhib, A., Frossard, V., Turki, S., Aleya, L. Dynamics of harmful dinoflagellates driven by temperature and salinity in a northeastern Mediterranean lagoon. *Environ Monit Assess*, 2013; 185: 3369-3382
19. Balzano, S., Sarno, D., Kooistra, W. Effects of salinity on the growth rate and morphology of ten *Skeletonema* strains. *Journal of Plankton Research*, 2011; 33: 937–945
20. Aleya, L., Dauta, A., Reynolds, C. S. Endogenous regulation of the growth-rate responses of a spring-dwelling strain of the freshwater alga, *Chlorella minutissima* to light and temperature. *European Journal of Protistology*, 2011; 47: 239–244
21. เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. ศรีวิทยาและนิเวศวิทยาของแพลงก์ตอนพืชทะเล. กรุงเทพฯ: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2558
22. Sabanci, F.C. Phytoplankton Distribution and its Relationship to the Physico-Chemical Environment in a Coastal Lagoon. *Ekoloji*, 2014; 23(90): 61-72