

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำ
กับปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี
Relationship Between Physicochemical Properties of Water and
Chlorophyll a, b at Bandon Bay, Surat Thani Province

พัชรี ฤกษ์งานดี¹ สมหมาย เชี่ยววาริสัจจะ¹ ศิริษา กฤษณะพันธุ์² และ เอกนรินทร์ รอดเจริญ^{*1}
Phatcharee Roekngandee¹, Sommai Chiayvareesajja¹, Sirusa Kritsanapuntu²
& Eknarin Rodcharoen^{*1}

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

²สาขาวิชาทรัพยากรประมง โครงการจัดตั้งคณะนวัตกรรมการเกษตรและประมง
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

¹ Aquatic Science and Innovative Management Division, Faculty of Natural Resources,
Prince of Songkla University, Songkhla Province

² Fishery Resources, Faculty of Innovative Agriculture and Fisheries,
Prince of Songkla University, Surat Thani Campus

Submitted 5/4/2023 ; Revised 2/6/2023 ; Accepted 29/6/2023

บทคัดย่อ

แหล่งน้ำบริเวณอ่าวบ้านดอนมีปริมาณสารอาหารประเภทไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสะสมในปริมาณสูง ซึ่งสารอาหารเหล่านี้ส่วนใหญ่มาจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมของมนุษย์ที่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์บานสะพรั่งของสาหร่าย การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี และคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบริเวณอ่าวบ้านดอน โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 สถานี ได้แก่ ปากคลองท่าทอง ปากคลองราม และปากคลองกระแต ในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน ผลการศึกษาพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี ของทั้ง 3 สถานีในช่วงฤดูฝน (15.23-16.93 และ 8.64-9.58 $\mu\text{g/L}$ ตามลำดับ) มีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน (13.25-13.62 และ 7.44-7.91 $\mu\text{g/L}$ ตามลำดับ) การวิเคราะห์ร้อยละความคล้ำคลึงของคุณภาพน้ำและปริมาณคลอโรฟิลล์พบว่าแบ่งออกเป็นสองกลุ่มตามฤดูกาล ที่ระดับความคล้ำคลึงร้อยละ 94.22 และ 96.60 ตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์มีความสัมพันธ์กับความผันแปรของคุณภาพน้ำตามฤดูกาล โดยค่าปริมาณคลอโรฟิลล์สูงในช่วงฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงที่ค่าอุณหภูมิในน้ำ พีเอช ความเค็ม และออกซิเจนละลายน้ำต่ำ ในขณะที่ปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ แอมโมเนียรวม ไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสฟอรัสมีค่าสูง ถึงแม้ว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในช่วงฤดูฝนจะมีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บ่งชี้ว่าบริเวณพื้นที่ที่ศึกษาทั้งสองฤดูอยู่ในสภาวะยูโทรฟิก (eutrophic state) หรืออยู่ในสภาวะที่เกิดมลพิษ เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหารและปริมาณคลอโรฟิลล์

คำสำคัญ: คลอโรฟิลล์ ธาตุอาหาร มลพิษทางทะเล อ่าวบ้านดอน

***ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)**

E-mail: eknarin.r@psu.ac.th

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบี
บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Abstract

The water resources in Ban Don Bay contain high amounts of nitrogen and phosphorus nutrient. Most of these nutrients come from wastewater from surrounding human activities, and they are the primary cause of algal blooms. The objective of this study was to investigate the correlation between the concentration of chlorophyll a and b and the physicochemical quality of water at Bandon Bay. Water samples were collected from three stations of the canal mouth including Tha Thong Canal, Ram Canal, and Kradae Canal during the summer and rainy seasons. The result showed that the concentrations of chlorophyll a and b at all three stations during the rainy season (15.23-16.93 and 8.64-9.58 $\mu\text{g/L}$ respectively) were higher than those during the summer season (13.25-13.62 and 7.44 - 7.91 $\mu\text{g/L}$ respectively). The cluster analysis revealed that concentrations of chlorophyll and water quality were divided into two groups by season with a percent similarity of 94.22% and 96.60%, respectively. The Pearson correlation analysis showed that the chlorophyll concentration was correlated with seasonal variations in water quality. The chlorophyll concentration was high during the rainy season when water temperature, pH, salinity, and dissolved oxygen were low, while the nutrient contents including total ammonia, nitrites, nitrates, and orthophosphates were high. Although the concentration of chlorophyll in the rainy season was higher than in the summer, the chlorophyll a content indicated that the study area in both seasons was in a eutrophic state or polluted state due to the increase in nutrient and chlorophyll content.

Keywords Chlorophyll, Nutrient, Marine pollution, Bandon Bay

บทนำ

อ่าวบ้านดอนตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนใต้ของประเทศไทย เป็นบริเวณที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง จึงทำให้มีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่อย่างหลากหลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เช่น เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย สถานที่ท่องเที่ยว โรงงานอุตสาหกรรม และเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ได้แก่ ฟาร์มหอยแครง หอยนางรม และหอยแมลงภู่ เป็นต้น

ปัจจุบันอ่าวบ้านดอนมีปัญหาเกี่ยวกับมลพิษทางน้ำ โดย Jarernpornnipat และคณะ [1] รายงานว่าสาเหตุของปัญหามลพิษทางน้ำบริเวณอ่าวบ้านดอน คือ การเป็นที่รองรับน้ำเสียและสารเคมีจากชุมชน นาุ้ง และโรงงานอุตสาหกรรมที่ถูกชะล้างมากับน้ำจืดที่ไหลมากับน้ำจากคลองสาขาต่าง ๆ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ของเสียเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้น้ำในแหล่งน้ำมีธาตุอาหารจำพวกไนโตรเจน และฟอสฟอรัสสูง ซึ่งป็นธาตุอาหารที่พืชใช้ในการเจริญเติบโต [2] แต่หากปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้มีมากเกินไป (nutrient pollution) จะเป็นสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (eutrophication) และการบานสะพรั่งของสาหร่าย ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ทำให้แหล่งน้ำเกิดมลพิษ โดยทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำต่ำลง และส่งผลกระทบต่อตรงต่อการลดจำนวนชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ [3,4] ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันส่งผลให้สัตว์น้ำเศรษฐกิจ ได้แก่ หอยนางรม หอยแครง และหอยแมลงภู่ มีการเจริญเติบโตลดลง และมีอัตราการตายเพิ่มขึ้น [5] นอกจากนี้ แพลงก์ตอนพืชบางชนิดสร้างสารชีวพิษ (biotoxin) เมื่อสัตว์น้ำกรองกินแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้เข้าไปในระบบย่อยอาหาร จะทำให้ปริมาณสารชีวพิษสะสมเพิ่มปริมาณมากขึ้นในระบบห่วงโซ่อาหารในธรรมชาติ และเข้าสู่คนในที่สุด [6,7]

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี ในบริเวณอ่าวบ้านดอน ในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน
2. เพื่อประเมินสภาวะการเกิดมลพิษในแหล่งน้ำในบริเวณอ่าวบ้านดอน

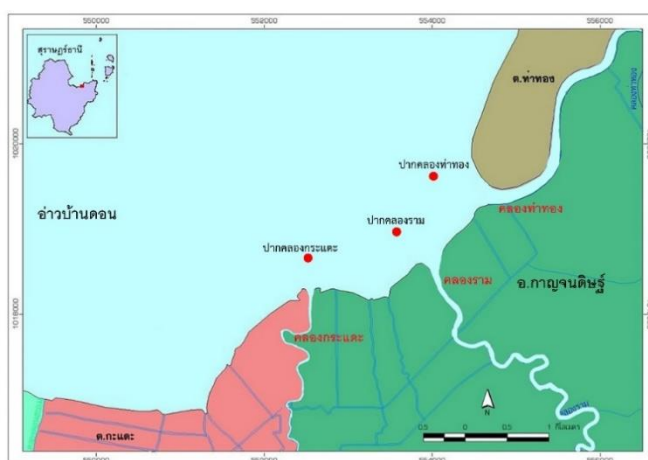
วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

เก็บตัวอย่างน้ำในบริเวณอ่าวบ้านดอนในช่วงฤดูร้อน (เมษายน 2559) และฤดูฝน (ตุลาคม 2559) มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 สถานี ได้แก่ สถานีที่ 1 ปากคลองท่าทอง ($9^{\circ}13'30.1''\text{N}$ $99^{\circ}29'20.8''\text{E}$) สถานีที่ 2 ปากคลองราม ($9^{\circ}13'22.3''\text{N}$ $99^{\circ}28'57.3''\text{E}$) และสถานีที่ 3 ปากคลองกระตะ ($9^{\circ}13'10.4''\text{N}$ $99^{\circ}28'15.8''\text{E}$) (ภาพที่ 1) ซึ่งทุกสถานีอยู่ใกล้กับบริเวณปากคลอง และมีการเลี้ยงหอยทะเลทั้งหอยแครง หอยนางรม และหอยแมลงภู่

คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำ

วัดความลึกของน้ำแต่ละสถานีด้วยสายหยั่งความลึก แล้วเก็บตัวอย่างน้ำด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ สถานีละ 3 ซ้ำ ตรวจวัดคุณภาพน้ำในภาคสนาม ได้แก่ วัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์และวัดความเค็ม (salinity) ด้วยรีแฟรกโตมิเตอร์ (Atago รุ่น Master-S/Millm) นำตัวอย่างน้ำไปศึกษาคุณภาพทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ พีเอช (pH) โดยใช้ pH meter (Eutech รุ่น Cyberscan pH 1500) วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO) โดยวิธีของ Winkler วิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียรวม (total ammonia nitrogen, TAN) โดยวิธี modified indophenol blue วิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ (nitrite, NO_2^-) โดยวิธี modified Griess-Ilosvay diazotization วิเคราะห์ปริมาณไนเตรท (nitrate: NO_3^-) โดยวิธี Cadmium reduction และวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟอรัส (orthophosphate: PO_4^{3-}) โดยวิธี Ascorbic acid [8]



ภาพที่ 1 สถานีเก็บตัวอย่างบริเวณอ่าวบ้านดอน จ.สุราษฎร์ธานี

คลอโรฟิลล์ เอ และบี

วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี ในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการวัดการดูดกลืนแสง (spectrophotometry) [8] โดยการกรองน้ำปริมาตร 400-500 มิลลิลิตร ผ่านกระดาษกรอง GF/C ขนาด 1.2 ไมครอน ผนึกกรองน้ำหยดสารละลายแมกนีเซียมคาร์บอเนต (magnesium carbonate) ความเข้มข้น 1% (w/v) 2-3 หยด (0.1-0.2 มิลลิลิตร) แล้วนำกระดาษกรองใส่ในหลอดทดลอง เติมสารละลายอะซีโตน 90% ครึ่งละ 5 มิลลิลิตร จนครบ 15 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วบดจนกระดาษกรองละเอียด จดบันทึกปริมาตรสารละลายอะซีโตนที่อยู่ในหลอดทดลองหลังบด แล้วนำสารละลายที่ได้ใส่หลอดทดลองฝาเกลียวขนาด 15 มิลลิลิตร เก็บในที่มืด อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำหลอดทดลองไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง เก็บสารละลายส่วนใสแล้วนำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 750, 665, 645 และ 630 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี ตามสมการที่ 1 และ 2 ดังนี้

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบี
บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

$$\text{คลอโรฟิลล์ เอ } (\mu\text{g/L}) = \frac{[11.6(A_{665} - A_{750}) - 1.31(A_{645} - A_{750}) - 0.14(A_{630} - A_{750})] \times V_{\text{acetone}}}{V_{\text{sample}}} \quad (1)$$

$$\text{คลอโรฟิลล์ บี } (\mu\text{g/L}) = \frac{[20.7(A_{645} - A_{750}) - 4.34(A_{665} - A_{750}) - 4.42(A_{630} - A_{750})] \times V_{\text{acetone}}}{V_{\text{sample}}} \quad (2)$$

เมื่อ A คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ

V_{acetone} คือ ปริมาตรสารละลายอะซิโตนทั้งหมดที่ใช้ในการสกัดคลอโรฟิลล์ (mL)

V_{sample} คือ ปริมาตรตัวอย่างน้ำที่ใช้กรองผ่านกระดาษกรอง (L)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี โดยวิธี Pearson correlation analysis ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) และแปลงค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำแต่ละสถานีด้วย $\log(x+1)$ เพื่อวิเคราะห์ความคล้ายคลึงด้วยวิธี cluster analysis (CA) โดยการจัดกลุ่มร้อยละความคล้ายคลึงแบบ unweighted pair group method with arithmetic mean (UPGMA) ด้วยโปรแกรม Multivariate Statistical Package (MVSP) รุ่น 3.2

การประเมินการเกิดสภาวะมลพิษในแหล่งน้ำ

ประเมินการเกิดสภาวะยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำ โดยใช้ข้อมูลความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ ตามเกณฑ์ของ Forsberg และ Ryding (1980) [9] และ OECD (1984) [10] และปริมาณฟอสฟอรัส ตามเกณฑ์ของ OECD (1984) [10]

ผลการวิจัย

คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำ

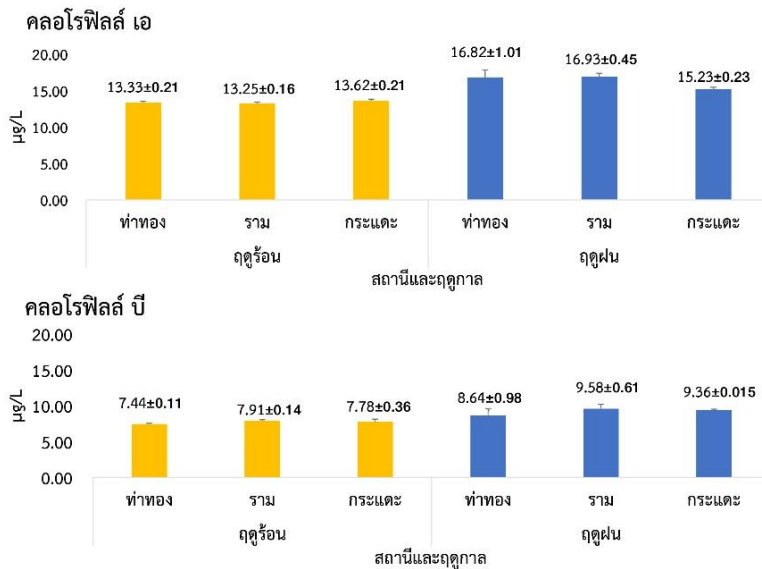
ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำพบว่ามีความผันแปรตามฤดูกาล (ตารางที่ 1) โดยค่าอุณหภูมิ พีเอช ออกซิเจนที่ละลายน้ำ และความเค็มในช่วงฤดูฝนมีค่าต่ำกว่าในช่วงฤดูร้อนทุกสถานี ยกเว้นค่าความลึกที่พบว่าในช่วงฤดูฝนสูงกว่าในช่วงฤดูร้อนทุกสถานี ในขณะที่ปริมาณธาตุอาหารประกอบด้วยแอมโมเนียรวม ไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสฟอรัสพบว่าในฤดูฝนมีสูงกว่าในฤดูร้อนทุกสถานี

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำบริเวณปากคลองท่าทอง ปากคลองราม และปากคลองกระแดะ ในพื้นที่อ่าวบ้านดอน ในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

คุณภาพน้ำ	ฤดูร้อน			ฤดูฝน		
	ท่าทอง	ราม	กระแดะ	ท่าทอง	ราม	กระแดะ
ความลึก (m)	0.81±0.08	0.71±0.04	0.87±0.03	0.94±0.07	0.94±0.05	1.06±0.02
อุณหภูมิ (°C)	33.29±0.18	34.43±0.20	34.00±0.00	28.29±0.18	28.00±0.00	28.14±0.14
พีเอช	8.21±0.02	8.20±0.04	8.32±0.06	7.94±0.03	7.77±0.01	7.79±0.02
ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/L)	8.01±0.06	8.54±0.11	8.53±0.11	8.24±0.04	6.57±0.09	6.31±0.12
ความเค็ม (ppt)	33.43±0.20	33.86±0.34	34.43±0.30	18.14±0.40	18.57±0.20	18.57±0.30
แอมโมเนียทั้งหมด (mg-N/L)	0.027±0.004	0.018±0.001	0.020±0.003	0.104±0.008	0.222±0.013	0.154±0.010
ไนโตรเจน (mg-N/L)	0.002±0.000	0.002±0.000	0.002±0.000	0.018±0.001	0.038±0.001	0.031±0.002
ไนเตรท (mg-N/L)	0.034±0.001	0.018±0.001	0.021±0.001	0.111±0.005	0.263±0.001	0.207±0.016
ฟอสฟอรัส (mg-P/L)	0.036±0.002	0.033±0.002	0.027±0.001	0.042±0.001	0.047±0.001	0.042±0.001

คลอโรฟิลล์ เอ และบี

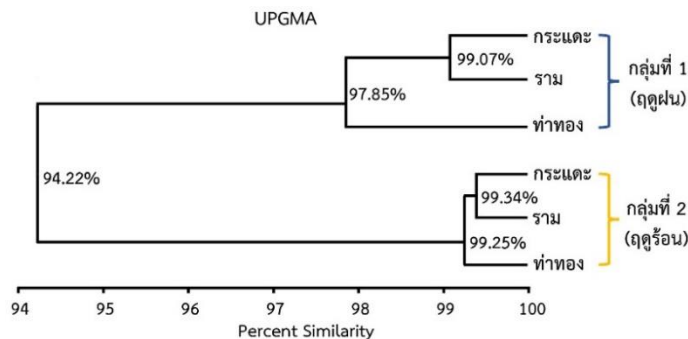
ผลการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์พบว่ามีความผันแปรตามฤดูกาล (ภาพที่ 2) โดยพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี ในฤดูฝน (15.23-16.93 µg/L และ 8.64-9.58 µg/L ตามลำดับ) มีค่าสูงกว่าในฤดูร้อน (13.25-13.62 µg/L และ 7.44-7.91 µg/L ตามลำดับ) ทุกสถานี



ภาพที่ 2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี บริเวณปากคลองท่าทอง ปากคลองราม และปากคลองกระแดะ บริเวณอ่าวบ้านดอน ในฤดูร้อน และฤดูฝน (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี

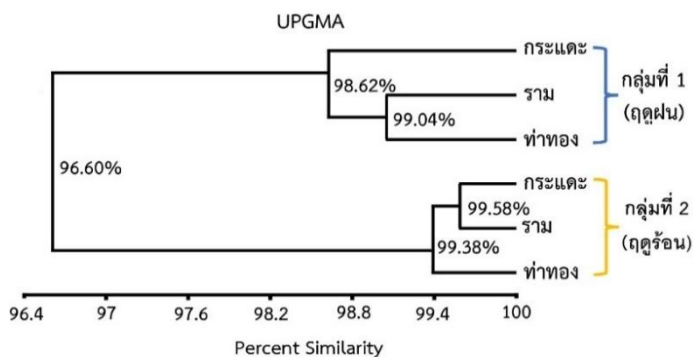
การวิเคราะห์การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีสามารถแบ่งคุณภาพน้ำออกเป็นสองกลุ่มหลักตามฤดูกาลที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 94.22% โดยกลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มของสถานีในฤดูฝน มีความคล้ายคลึงกัน 97.85% และกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มของสถานีในฤดูร้อน ซึ่งมีความคล้ายคลึงกัน 99.25% (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 การวิเคราะห์การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี ในฤดูร้อน และฤดูฝน จากสถานีปากคลองท่าทอง ปากคลองราม และปากคลองกระแดะ

การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี

การวิเคราะห์การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี สามารถแบ่งปริมาณคลอโรฟิลล์ในแหล่งน้ำออกเป็นสองกลุ่มหลักตามฤดูกาลที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 96.60% โดยกลุ่มที่ 1 คือกลุ่มของสถานีในฤดูฝน ซึ่งมีความคล้ายคลึงกัน 98.62% ส่วนกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มของสถานีในฤดูร้อน ซึ่งมีความคล้ายคลึงกัน 99.38% (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 การวิเคราะห์การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี ในฤดูร้อน และฤดูฝน จากสถานีปากคลองท่าทอง ปากคลองราม และปากคลองกระแดะ

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี

จากการทดสอบทางสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับ อุณหภูมิ ค่าพีเอช ค่าความเค็ม และออกซิเจนละลายน้ำ และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับ ปริมาณธาตุอาหารแอมโมเนียรวม ไนโตรเจน ไนเตรท และฟอสฟอรัส (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี กับคุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมี

คุณภาพน้ำ	คลอโรฟิลล์ เอ		คลอโรฟิลล์ บี	
	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	Sig. (2-tailed)	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	Sig. (2-tailed)
ความลึก	0.233	0.138	0.116	0.466
อุณหภูมิ	-0.745**	0.000	-0.465**	0.002
พีเอช	-0.639**	0.000	-0.522**	0.000
ออกซิเจนละลายน้ำ	-0.443**	0.003	-0.433**	0.004
ความเค็ม	-0.711**	0.000	-0.343*	0.026
แอมโมเนียทั้งหมด	0.471**	0.002	0.514**	0.001
ไนโตรเจน	0.641**	0.000	0.305*	0.050
ไนเตรท	0.500**	0.001	0.496**	0.001
ฟอสฟอรัส	0.571**	0.000	0.470**	0.002

*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

การประเมินสถานะการเกิดมลพิษ

จากการประเมินสถานะการเกิดมลพิษโดยใช้ค่าคลอโรฟิลล์ เอ (ภาพที่ 2) พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ทั้งฤดูร้อน (13.25 ± 0.16 - 13.62 ± 0.21 $\mu\text{g/L}$) และฤดูฝน (15.23 ± 0.23 - 16.93 ± 0.45 $\mu\text{g/L}$) ในทุกสถานีอยู่ในสภาวะยูโทรฟิค ส่วนค่าฟอสฟอรัส (ตารางที่ 1) บ่งชี้ว่าอ่าวบ้านดอนทุกสถานีในฤดูฝนอยู่ในสภาวะยูโทรฟิค (>0.035 mg-P/L) และทุกสถานีในฤดูร้อนอยู่ในสภาวะเมโซโทรฟิค (0.01 - 0.035 mg-P/L) ยกเว้นสถานีปากคลองรวมที่อยู่ในสภาวะยูโทรฟิค

อภิปรายผลการวิจัย

อ่าวบ้านดอนเป็นพื้นที่รับน้ำจากคลองสาขาต่าง ๆ จึงส่งผลให้คุณภาพน้ำทั้งทางด้านกายภาพ และเคมีมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ผลการศึกษาคุณภาพน้ำพบว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ ความเค็ม ออกซิเจนที่ละลายน้ำ และพีเอช ในฤดูร้อนสูงกว่าฤดูฝน เนื่องจากฤดูฝนมีฝนตกส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำต่ำ ปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงมาบริเวณปากแม่น้ำส่งผลให้ความเค็มต่ำด้วย และนอกจากนี้ตะกอนที่ไหลมากับน้ำจืดเป็นผลให้เกิดการบดบังแสง เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชทำให้ผลิตออกซิเจนได้น้อย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจึงต่ำ รวมทั้ง

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบี

บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

คาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำไม่ถูกนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงจึงส่งผลให้ค่าพีเอชของน้ำมีค่าต่ำในช่วงฤดูฝนด้วย [11] ส่วนความลึกของน้ำ และปริมาณธาตุอาหารในน้ำซึ่งประกอบด้วย แอมโมเนียรวม ไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสฟอรัสในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูร้อน เนื่องมาจากในฤดูฝนมีการไหลลงของน้ำจืดตามคลองสาขาต่าง ๆ ผ่านบริเวณแหล่งชุมชน บ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และเกษตรกรรมทำให้แหล่งน้ำบริเวณอ่าวบ้านดอนมีความลึกและปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้น [12-16] สอดคล้องกับการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี และคลอโรฟิลล์ระหว่างสถานีในแต่ละฤดูกาลที่พบว่าทั้งคุณภาพน้ำและปริมาณคลอโรฟิลล์สามารถแบ่งกลุ่มความคล้ายคลึงในเชิงฤดูกาลได้อย่างชัดเจน ดังนั้นผลการศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าคุณภาพน้ำและปริมาณคลอโรฟิลล์ในบริเวณปากคลองเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างฤดูกาลมากกว่าสถานี

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าสูงในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตก ความเข้มของแสงที่ส่องลงไปใต้น้ำน้อย และมีปริมาณน้ำจืดไหลลงมาบริเวณปากคลองต่าง ๆ ได้มากกว่าฤดูร้อน ส่งผลให้ค่าของอุณหภูมิ พีเอช ความเค็ม และออกซิเจนละลายน้ำต่ำ จึงมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี ในขณะที่ธาตุอาหารของแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ แอมโมเนียรวม ไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสฟอรัสมีค่าสูง จึงแสดงความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี เนื่องจากธาตุอาหารถูกพัดพามากับน้ำจืดที่ไหลลงมา จึงส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าสูงขึ้นในช่วงฤดูฝนด้วย คลอโรฟิลล์ เอ และบี เป็นรงควัตถุของแพลงก์ตอนพืชที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งในฤดูฝนมีปริมาณของธาตุอาหารที่สูง โดยเฉพาะไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจัดอยู่ในกลุ่มธาตุอาหารที่จำเป็นและต้องการปริมาณมาก (macronutrient element) ของแพลงก์ตอนพืช และเป็นธาตุอาหารหลักที่แพลงก์ตอนพืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโต จึงมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชและคลอโรฟิลล์สูงเช่นเดียวกัน [17-20]

ถึงแม้ว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในฤดูร้อน (13.25 ± 0.16 – 13.62 ± 0.21 $\mu\text{g/L}$) ต่ำกว่าในฤดูฝน (15.23 ± 0.23 – 16.93 ± 0.45 $\mu\text{g/L}$) แต่พบว่าทั้งสองฤดูมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงเกินค่ามาตรฐานที่บ่งชี้ถึงการเกิดยูโทรฟิเคชันตามเกณฑ์ของ Forsberg และ Ryding (1980) [9] ที่รายงานว่าบริเวณที่เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มากกว่าหรือเท่ากับ 10 $\mu\text{g/L}$ และเมื่อพิจารณาจากเกณฑ์การแบ่งสภาวะแหล่งน้ำของ OECD (1984) [10] โดยใช้ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ และฟอสฟอรัส พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บริเวณอ่าวบ้านดอนทั้งฤดูฝนและฤดูร้อนอยู่ในสภาวะยูโทรฟิก (8 – 25 $\mu\text{g/L}$) ส่วนค่าฟอสฟอรัสบ่งชี้ว่าอ่าวบ้านดอนอยู่ในสภาวะยูโทรฟิกในฤดูฝน (>0.035 mg-P/L) และอยู่ในสภาวะเมโซโทรฟิกในฤดูร้อน (0.01 – 0.035 mg-P/L) ซึ่งกำลังเกิดมลพิษในแหล่งน้ำ นอกจากนี้พบว่าปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด และไนเตรทในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 (คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) โดยกำหนดว่าแอมโมเนียมีปริมาณไม่เกิน 0.100 mg-N/L และไนเตรทมีค่าไม่เกิน 0.060 mg-N/L [21] ธาตุอาหารที่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานเสี่ยงต่อการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหลายประการ ได้แก่ การบดบังแสงจากการบานสะพรั่งของสาหร่าย เกิดการผันแปรของพีเอชและออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบวัน ได้แก่ การลดลงของค่าออกซิเจนละลายน้ำจนเป็นศูนย์ในเวลากลางคืน และพีเอชในน้ำเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดตะกอนดินเน่าเสียซึ่งเป็นผลจากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจนอีกด้วย ซึ่งส่งผลให้สัตว์น้ำตายได้ [22]

จากผลการศึกษาครั้งนี้บ่งชี้ได้ว่าอ่าวบ้านดอนกำลังอยู่ในสภาวะที่เสื่อมโทรมเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหารในน้ำในช่วงฤดูฝน และส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์สูงขึ้นในเวลาดังกล่าวด้วย ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหามลพิษจากธาตุอาหารในแหล่งน้ำที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต ควรหาแนวทางการจัดการ เพราะอ่าวบ้านดอนเป็นพื้นที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งของประเทศไทย เช่น ควรมีการบำบัดน้ำทิ้งให้มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อลดปริมาณธาตุอาหารหรือสารเคมีดังกล่าว

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำมีความผันแปรตามฤดูกาล เช่นเดียวกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และพีซึ่งพบว่าฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อน สอดคล้องกับผลการศึกษาความคล้ายคลึงที่พบว่าทั้งคุณภาพน้ำและปริมาณคลอโรฟิลล์แบ่งกลุ่มความคล้ายคลึงออกตามฤดูกาลได้อย่างชัดเจน และนอกจากนี้พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงที่ค่าของอุณหภูมิ พีเอช ความเค็ม และออกซิเจนละลายน้ำต่ำ แต่ปริมาณธาตุอาหาร (แอมโมเนียรวม ไนโตรเจน ไนเตรต และฟอสฟอรัส) สูง และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ กับเกณฑ์มาตรฐานพบว่าอ่าวบ้านดอนทั้งฤดูฝนและฤดูร้อนอยู่ในสภาวะยูโทรฟิเค เช่นเดียวกับเกณฑ์กำหนดสภาวะแหล่งน้ำโดยใช้ปริมาณฟอสฟอรัสเป็นเกณฑ์ พบว่าอ่าวบ้านดอนฤดูฝนอยู่ในสภาวะยูโทรฟิเค ส่วนฤดูร้อนอยู่ในสภาวะเมโซโทรฟิเค ซึ่งบ่งชี้ว่าอ่าวบ้านดอนกำลังอยู่ในสภาวะที่เสื่อมโทรมเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหารในน้ำช่วงฤดูฝน และส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์สูงขึ้นในเวลาดังกล่าวด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาในครั้งนี้ ขอขอบคุณโครงการผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและนิเวศทางทะเลเชิงพื้นที่จากแหล่งทำฟาร์มเลี้ยงหอยทะเลสองฝาเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ต่อความหลากหลายชนิดและผลผลิตของสัตว์ทะเลหน้าดินสำหรับการวางแผนและจัดการด้านการเลี้ยงและสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสมบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่สนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2558 และขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนอุปกรณ์เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Jarempornipat, A., Pedersen, O., Jensen, K. R., Boromthananarat, S., Vongvisessomjai, S., & Choncheanchob, P. (2003). Sustainable management of shellfish resources in Bandon Bay, Gulf of Thailand. *Journal of Coastal Conservation*, 9, 135-146.
- [2] Sunda, W. G., & Huntsman, S. A. (2004). Relationships among photoperiod, carbon fixation, growth, chlorophyll a and cellular iron and zinc in a coastal diatom. *Limnology and Oceanography*, 49, 1742-1753.

- [3] Wu, R. S. S. (1999). Eutrophication, water borne pathogens and xenobiotic compounds: Environmental risks and challenges. *Marine Pollution Bulletin*, 39, 11-22.
- [4] Gray, J. S., Wu, R. S., & Or, Y.Y. (2002). Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment. *Marine Ecology Progress Series*, 238, 249-279.
- [5] James, K. J., Carey, B., O'Halloran, J., van Pelt, F. N. A. M., & Škrabáková, Z. (2010). Shellfish toxicity: Human health implications of marine algal toxins. *Epidemiology and Infection*, 138, 927-940.
- [6] Hallegraeff, G. M. (2004). Harmful algal blooms: A global overview (pp. 25-49). In *Hallegraeff, G. M., Anderson, D. M., & Cembella, A. D. (eds). Manual on Harmful Marine Microalgae*. UNESCO. Paris.
- [7] Luckas, N. B., Dahlmann, J., Erler, K., Gerdt, G., Wasmund, N., Hummert, C., & Hansen, P.D. (2005). Overview of key phytoplankton toxins and their recent occurrence in the North and Baltic Seas. *Environmental Toxicology*, 20, 1-17.
- [8] Strickland, J. D. H., & Parsons, T. R. (1972). *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Bulletin of Fisheries Research Board of Canada.
- [9] Forsberg, C., & Ryding, S.-O. (1980). Eutrophication parameters and trophic state indices in 30 Swedish waste receiving lakes. *Archiv fur Hydrobiologie*, 89, 189-207.
- [10] OECD. (1984). Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. *International Review of Hydrobiology*, 69, 149-296.
- [11] พิชาศิษฐ์ แสงเมฆ และฐานิชัฐ สุชนาภิรัตน์. (2563). โครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำที่เกี่ยวข้องหลังเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ พ.ศ. 2560: กรณีศึกษาหนองหาร จังหวัดสกลนคร. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 25, 1035-1051.
- [12] Moncheva, S., Gotsis-Skretas, O., Pagou, K., & Krastev, A. (2001). Phytoplankton blooms in Black Sea and Mediterranean coastal ecosystems subjected to anthropogenic eutrophication: Similarities and differences. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 53, 281-295.
- [13] Howarth, R., Sharpley, A., & Walker, D. (2002). Sources of nutrient pollution to coastal waters in the United States: Implications for achieving coastal water quality goals. *Estuaries*, 25, 656-676.
- [14] Kaewnern, M., & Yakupitiyage, A. (2008). Contribution of mollusc culture to control eutrophication in the coastal bay: a case study of Bandon Bay, Surat Thani, Thailand. *Journal of Fisheries and Environment*, 32, 1-18.
- [15] Thongdonphum, B., Meksumpun, S., & Meksumpun, C. (2011). Nutrient loads and their impacts on chlorophyll a in the Mae Klong River and estuarine ecosystem: An approach for nutrient criteria development. *Water Science and Technology*, 64, 178-188.

- [16] ประเดิม อุทยานมณี, ศิริพร ประเดษฐ์, และสมหมาย เชี่ยววาริสัจจะ. (2555). ปัญหา ผลกระทบ และการจัดการปัญหาคุณภาพน้ำบริเวณปากแม่น้ำตาปี และอ่าวบ้านดอนจังหวัดสุราษฎร์ธานี (หน้า 1008-1014). ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [17] บุศยา ปล้องอ่อน, จินตนา สและน้อย, ชัชรี้ แก้วสุริยิต, ไพลิน จิตรชุม, Takashi Yoshikawa, Yuki Okamoto, Satoshi Ishikawa, และ Kazuya Watanabe. (2559). การแพร่กระจายของ แพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 24, 588-597.
- [18] Thongdonphum, B., Meksumpun, S., Meksumpun, C., Thawonsode, N., & Sawasdee, B. (2014). Variation of important nutrients proportion on phytoplankton distribution in Bang-tabun Bay, Phetchaburi Province, Thailand. *International Journal of Environmental and Rural Development*, 5, 100-104.
- [19] ประเดิม อุทยานมณี. (2560). คุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำ อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *สัมมนาวิชาการกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง วันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2560*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- [20] Xu, H., Zhang, Y., Zhu, X., & Zheng, M. (2019). Effects of rainfall-runoff pollution on eutrophication in coastal zone: A case study in Shenzhen Bay, southern China. *Hydrology Research*, 50, 1602-1075.
- [21] กรมควบคุมมลพิษ. (2560). ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติเรื่องกำหนดมาตรฐาน คุณภาพน้ำทะเล เล่ม 134 ตอนพิเศษ 288 ง. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- [22] Sun, J., Wai, O.W.-H., Wang W., Lei, L., & Mao, X. (2010) Changes and eutrophication characteristics of nitrogen and phosphorus nutrients in Shenzhen Bay. *Journal of Peking University (Natural science edition)*, 46, 960-964.