



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสะสมของคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเลและดินตะกอน เกาะกูด จังหวัดตราด

Organic Carbon content sequestration in seagrass and sediment

Koh Kood, Trat. Province

### ผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จริยวดี สุริยพันธุ์

นางสาวสุธาวี แทนนาค

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้

จากส่วนงาน (คณะวิทยาศาสตร์)

ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๓

มหาวิทยาลัยบูรพา

## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสะสมของคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเลและดินตะกอน เกาะกูด จังหวัดตราด

Organic Carbon content sequestration in seagrass and sediment

Koh Kood, Trat. Province

### หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จริยวดี สุริยพันธุ์

ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

### ผู้ร่วมวิจัย

นางสาวสุธาวิ แทนนาค

ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากส่วนงาน  
(คณะวิทยาศาสตร์) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๓ มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่สัญญา  
SC ๐๔/๒๕๖๓

ผู้วิจัย

เมษายน ๒๕๖๔

## บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อที่จะศึกษาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเล และดินตะกอน บริเวณเกาะกูด โดยเก็บตัวอย่างจาก 3 สถานี ในช่วงเดือนมิถุนายน และกรกฎาคม พ.ศ.2563 ประเมินมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน ใต้ดิน และปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ของหญ้าทะเล เปรียบเทียบการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอนความลึกระหว่าง 0 – 5 5 – 10 และ 10 – 15 เซนติเมตร พบหญ้าทะเลจำนวน 4 ชนิด โดยมีหญ้าทะเลชนิด ได้แก่ *Cymodocea serrulata* *Halodule pinifolia* *Halodule uninervis* และ *Halophila ovalis* โดยพบ *Cymodocea serrulata* เป็นหญ้าทะเลชนิดเด่นของพื้นที่ มวลชีวภาพเฉลี่ยของพื้นที่มีค่า  $217.5 \pm 11.4$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร โดยบริเวณอ่าวกะลังมีมวลชีวภาพ และชนิดหญ้าทะเลสูงสุด ( $270.46 \pm 33.38$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร) ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน และส่วนใต้ดินในหญ้าทะเลแต่ละชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ ) และปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในแนวหญ้าทะเลแบบผสมจะมีค่าสูงกว่าแนวหญ้าทะเลชนิดเดียว รวมถึงมีแนวโน้มสัมพันธ์กับปริมาณมวลชีวภาพส่วนใต้ดิน ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอนมีค่ามากที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าส่วนลำต้นใต้ดินมีบทบาทต่อการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดิน

**คำสำคัญ :** คาร์บอนอินทรีย์, หญ้าทะเล, ดินตะกอน, เกาะกูด

## Abstract

This research was determined total organic carbon in seagrass and sediment around Koh Kood island. The sample were collected from 3 station on June and July, 2019. Above-ground and below-ground biomass and organic carbon of seagrass were determined. The carbon accumulation on sediment was compare between depth, 0 – 5, 5-10 and 10 – 15 centrimeters. There were 4 seagrass species found in this study, *Cymodocea serrulata* *Halodule pinifolia* *Halodule uninervis* and *Halophila ovalis*. *Cymodocea serrulata* was the dominant species. The average of seagrass biomass was  $217.5 \pm 11.4$  g/dry weight. The highest biomass and species were found at Ao Ka-lung ( $270.46 \pm 33.38$  g/dry weight). Organic carbon between above-ground biomass and below-ground of each species were not significantly difference 95% ( $p < 0.05$ ). The organic carbon content of the mix species seagrass bed was higher than monospecies seagrass bed and related with below-ground biomass. Otherwise, the total organic carbon in sediment was highest at 5-10 centimeters depth, that showed the below-ground biomass play a role in soil organic carbon accumulation.

**Keywords :** .Organic Carbon, seagrass, sediment, Koh Kood

## สารบัญ

	หน้า
หน้าปกใน	
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
- ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย	1
- วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
- ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	13
บทที่ 4 ผลการศึกษา	20
บทที่ 5 วิจัยรณัผลการศึกษา และสรุปผลการศึกษา	32
บรรณานุกรม	35
ภาคผนวก	40

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2 - 1	ชนิดของหญ้าทะเลที่สำรวจพบในฝั่งอ่าวไทย ฝั่งทะเลอันดามัน	6
2 - 2	ชนิดของหญ้าทะเลที่สำรวจพบบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด	9
3 - 1	พิกัดพื้นที่ทำการศึกษาโดยรอบเกาะกูด	14
4 - 1	ชนิดของหญ้าทะเลที่พบบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด	20
4 - 2	มวลชีวภาพของหญ้าทะเลบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด	21
4 - 3	มวลชีวภาพของหญ้าทะเลแต่ละชนิด บริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด	23
4 - 4	ร้อยละการปกคลุมพื้นที่ของหญ้าทะเลแต่ละชนิดบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด	24
4 - 5	ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเลแต่ละชนิด บริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด	26
4 - 6	ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอน บริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด	26
4 - 7	คุณสมบัติของน้ำบางประการบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด	30
4 - 8	คุณสมบัติของดินบางประการบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด	30
4 - 9	ขนาดดินตะกอน บริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด	31
<b>ตารางภาคผนวก</b>		
1	ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแอมโมเนีย	
2	ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์	
3	ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนเตรท	
4	ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส	

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2 - 1	วิจัยการคาร์บอน	4
3 - 1	พื้นที่ศึกษาโดยรอบเกาะกูด จังหวัดตราด	13
4 - 1	ชนิดของหญ้าทะเลที่พบบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด	20
5 - 1	แนวหญ้าทะเล <i>C. serrulata</i> และ การขึ้นผสมกันระหว่างหญ้าทะเล <i>C. serrulata</i> และ <i>H. pinifolia</i>	34



## บทที่ 1

### บทนำ

เกาะกูด เป็นเกาะที่อยู่สุดท้ายทางทิศตะวันออก ของประเทศไทย มีความใหญ่เป็นอันดับ 2 รองจากเกาะช้างในจังหวัดตราด และเป็นเกาะที่ใหญ่เป็นอันดับ 4 ของประเทศ ระยะทางห่างจากตัวเมืองตราด 80 กิโลเมตร มีเนื้อที่ 105 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 65,625 ไร่ โดยเกาะกูดมีขนาดความยาวของเกาะ 25 กิโลเมตร และขนาดความกว้าง 12 กิโลเมตร (สยามมิตี บิสซิเนส ทราเวล, 2548)

ระบบนิเวศหญ้าทะเลประกอบด้วยกลุ่มของพืชดอกที่ปรับตัวเติบโตอยู่ในทะเลและสามารถเจริญได้ดีในบริเวณน้ำตื้นที่มีแสงแดดส่องถึง โครงสร้างของใบที่ซับซ้อนมีความสำคัญต่อที่อยู่อาศัยแหล่งอนุบาลตัวอ่อนสัตว์น้ำ ตลอดจนเป็นแหล่งหากินของสัตว์น้ำเศรษฐกิจ หญ้าทะเลมีระบบรากที่คอยยึดจับเพื่อป้องกันการพังทลายของหน้าดินได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังสามารถพบสัตว์ทะเลหายากและใกล้สูญพันธุ์ เช่น เต่าทะเล และพะยูนได้ ในพื้นที่หญ้าทะเลบางแห่งโดยสัตว์ทะเลทั้งสองชนิดนี้จะกินหญ้าทะเลเป็นอาหาร (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน, 2560)

หญ้าทะเลยังมีบทบาทที่สำคัญในด้านของการตรึงคาร์บอน (C) อย่างที่รู้กันดีว่า คาร์บอนเป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิต ซึ่งถ้าหากว่าในชั้นบรรยากาศ หรือในรูปของสารละลายในน้ำนั้นมีมากเกินไป คาร์บอนจะส่งผลในระบบนิเวศให้มีความเป็นกรด โดยหญ้าทะเลที่มีบทบาทในตรึงคาร์บอนทั้งในชั้นบรรยากาศในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) และในรูปของสารละลายในน้ำในรูปของกรดคาร์บอนิก ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) ซึ่งหญ้าทะเลสามารถนำคาร์บอนมาเป็นตัวแปรผันต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง และกักเก็บคาร์บอนไว้ในส่วนรากและไรโซม ทำให้หญ้าทะเลมีบทบาทในการช่วยลดภาวะเรือนกระจกจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ (Buapet et al., 2013)

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และดินตะกอนในแนวหญ้าทะเลเพื่อใช้ในการประเมินศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศหญ้าทะเล รวมทั้งเป็นข้อมูลการกักเก็บคาร์บอนของหญ้าทะเลแต่ละชนิดเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินพื้นที่อื่นต่อไป

### วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในแนวหญ้าทะเลส่วนเหนือดิน ใต้ดิน และในดินตะกอน
2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในแนวหญ้าทะเลที่มีขนาดแตกต่างกัน

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบชนิด และมวลชีวภาพของหญ้าที่พบบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด
2. ทราบปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในแนวหญ้าทะเลแต่ละชนิด ทั้งในส่วนเหนือดินและใต้ดิน

บริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

### ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ ชนิด และมวลชีวภาพในแนวหญ้าทะเลบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด ในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม พ.ศ.2563 แบ่งเป็น 3 สถานี เก็บตามแนวระดับความลึก 3 ระดับ ตามแนวเก็บตัวอย่าง (transect line) เก็บตัวอย่างหญ้าทะเล ในแต่ละแนวจะด้วยกรอบมาตรฐาน ขนาด 50 x 50 เซนติเมตร เก็บรักษาด้วยเกลือแกลง และหลอดเก็บตัวอย่างดินตะกอน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร กดลงที่ความลึก 0 – 12 เซนติเมตร ปิดหัวและท้ายหลอดเก็บตัวอย่าง เพื่อไม่ให้โดนอากาศ วิเคราะห์มวลชีวภาพของหญ้าทะเลส่วนเหนือดินและใต้ดิน โดยใช้ตัวอย่างหญ้าทะเลอบแห้ง และดินตะกอนที่อบแห้ง นำไปวิเคราะห์ค่าปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในแนวหญ้าทะเลส่วนเหนือดินและใต้ดิน และค่าปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอนระหว่างส่วนเหนือดินและใต้ดิน เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในแนวหญ้าทะเลแต่ละชนิด

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

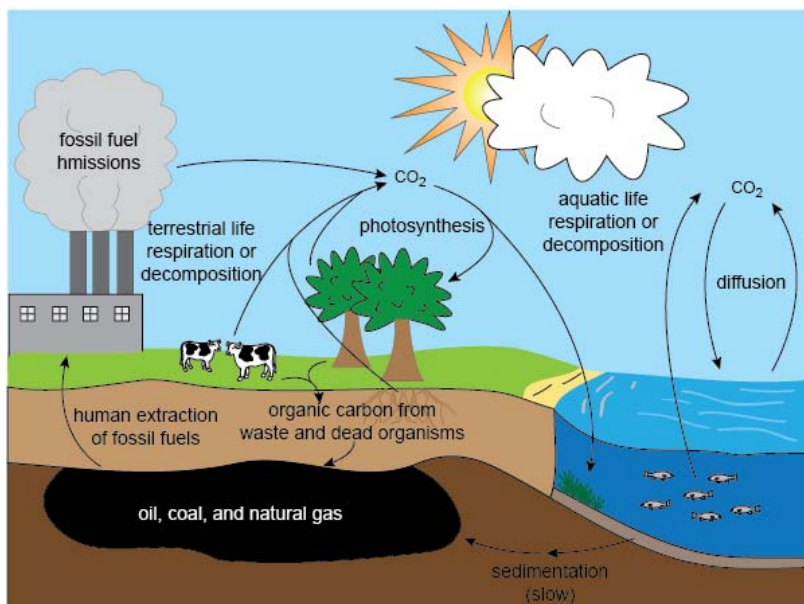
ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ หรืออุณหภูมิในชั้นบรรยากาศของโลก เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารที่ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) มีเทน (CH<sub>4</sub>) คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC) และไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O) โดยมี CO<sub>2</sub> เป็นตัวการสำคัญ หรือมีปริมาณสะสมในบรรยากาศมากที่สุด ซึ่งกระบวนการสำคัญที่ก่อให้เกิดก๊าซมลภาวะเหล่านี้ ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ก่อให้เกิด CO<sub>2</sub> จำนวนมากที่เรียกว่า คาร์บอนสีน้ำตาล (brown carbon) หรือการเผาไหม้ถ่านหิน ก่อให้เกิดคาร์บอนสีดำ (black carbon) รวมไปถึงกิจกรรมทางเกษตร เช่น การใช้ปุ๋ยและสารเคมีเกษตร แต่ในขณะเดียวกันกลับมีกิจกรรมการดูดซับคาร์บอนในบรรยากาศกลับเข้ามาสู่ในระบบนิเวศ เพื่อเก็บไว้ให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นใช้งาน โดยการทำหน้าที่เป็น carbon sink เช่น ระบบนิเวศป่าไม้ ที่เรียกว่า คาร์บอนสีเขียว (green carbon) และระบบนิเวศทางทะเล ที่เรียกว่า คาร์บอนสีน้ำเงิน (blue carbon) จากความเชื่อมโยงกันของระบบนิเวศต่าง ๆ และพบว่าระบบนิเวศทางทะเลและมหาสมุทรมีความสามารถในการเป็น carbon sink ที่ดี สามารถกักเก็บคาร์บอนในบรรยากาศได้ถึง 22 ล้านเมตริกตันต่อวัน (Richard et al., 2006) ซึ่งสูงกว่าระบบนิเวศป่าไม้ ดังจะเห็นได้จากข้อตกลงในเวทีเจรจาความตกลงระหว่างประเทศด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศครั้งที่ 15 เมื่อปี พ.ศ. 2552 ณ เมืองโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก ได้ให้ความสำคัญกับเรื่องนี้มาก และจากรายงานพบว่าหญ้าทะเลมีความสามารถในการดูดซับหรือกักเก็บคาร์บอนได้ดีทั้งในรูปของ CO<sub>2</sub> และ HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Edward & Haibo, 2011)

คาร์บอนของนักเคมีปัจจุบันพบว่ามีความเป็นไปได้ที่คาร์บอนสร้างพันธะได้เพิ่มขึ้นเป็น 6 พันธะ สำหรับเพชรซึ่งมีความแข็งแกร่งมากที่สุด เกิดจากการจับตัวเรียงกันของคาร์บอนล้วน อย่างเป็นระเบียบ และมีพันธะโควาเลนต์ที่เหนียวแน่นบนแกนทั้งสี่ของคาร์บอน มันจึงแข็งแกร่งกว่าแกรไฟต์ที่พบในไส้ดินสอ ส่วนคาร์บอนในแกรไฟต์เรียงตัวเป็นหกเหลี่ยม และแม้จะพันธะโควาเลนต์เชื่อมต่อระหว่างอะตอม แต่พันธะที่เกิดขึ้นมีแค่ 3 พันธะ ยังเหลืออิเล็กตรอนว่างหนึ่งตัว จึงทำให้มันสามารถนำไฟฟ้าได้ ซึ่งแลกมาด้วยความแข็งที่ลดลง มันจึงเปราะบางกว่ามาก (วันทนีย์ หมวดเมือง, ม.ป.ป.)

#### 1. วัฏจักรคาร์บอน

การหมุนเวียนของคาร์บอนในระบบนิเวศ คาร์บอน (C) เป็นธาตุสำคัญที่เป็นองค์ประกอบของอินทรีย์สารในร่างกายสิ่งมีชีวิต เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ฯลฯ และเป็นสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในระบบนิเวศ ในบรรยากาศมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่พืชนำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ในระบบนิเวศการหมุนเวียนของคาร์บอนต้องผ่านสิ่งมีชีวิต

เสมอ แต่คาร์บอนในธรรมชาติเกิดจากการสะสมของตะกอนซากพืชซากสัตว์ใต้ผิวโลก เป็นเวลานาน จนมีการเปลี่ยนสภาพเป็น ถ่านหิน และปิโตรเลียม ซึ่งเป็นพลังงานแหล่งใหญ่ เมื่อมีการนำมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิง ก็จะมีการคืนคาร์บอนกลับสู่บรรยากาศในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ และหมุนเวียนกลับให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ดังนั้น คาร์บอนจึงหมุนเวียนเป็นวัฏจักรที่อยู่ในระบบนิเวศอย่างสมดุล (วันทนีย์ หมวดเมือง, ม.ป.ป.) (ภาพที่ 2-1)



ภาพที่ 2 - 1 วัฏจักรคาร์บอน

ที่มา: <https://www.muhadharaty.com>

**2. Blue carbon** เป็นคาร์บอนที่ถูกจับไว้โดยระบบนิเวศชายฝั่งทะเล ซึ่งส่วนใหญ่เป็นป่าชายเลน บึงเกลือ หญ้าทะเล และสาหร่ายขนาดใหญ่ โดยในอดีตระบบนิเวศของมหาสมุทรและผืนป่านั้นเป็นแหล่งกักตัวคาร์บอนที่สำคัญตามธรรมชาติอยู่แล้ว แต่จากงานวิจัยล่าสุดนี้ ทำให้เห็นศักยภาพของระบบนิเวศของพืชชายฝั่งทะเล ในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่มีประสิทธิภาพสูง แม้ว่าแหล่งที่อยู่อาศัยของพืชในมหาสมุทรมีน้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของพื้นที่ แต่สามารถกักคาร์บอนทั้งหมดในตะกอนทะเลได้ถึงร้อยละ 50 และอาจมีมากถึงร้อยละ 70 ของพื้นที่ทั้งหมด (ไอกรีนอิติตเตอร์, 2562)

**3. หญ้าทะเล (Seagrasses)** เป็นพืชชั้นสูง อยู่ในกลุ่มของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เป็นกลุ่มพืชใต้น้ำหรือพืชมีดอกพิเศษกลุ่มเดียวเท่านั้นที่พัฒนากลับไปสู่ทะเล หญ้าทะเลมีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในเขตนํ้าตื้นชายฝั่งทะเลทั่วโลกในเขตร้อน และเขตอบอุ่น มีการขยายพันธุ์ทั้งแบบใช้เมล็ดและแบบแตกกิ่งก้าน หรือยอดใหม่จากเหง้า ที่เรียกว่า ไรโซม (rhizome) (สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2553) หญ้าทะเลสามารถอยู่ใต้ในทะเล และแหล่งนํ้ากร่อยจนกระทั่ง เข้ามาในบริเวณนํ้าจืด รวมทั้งเป็นพืชที่

ขึ้นบริเวณชายฝั่งในเขตน้ำขึ้นน้ำลง จึงได้รับผลกระทบต่อความเปลี่ยนแปลงจาก ปัจจัยต่าง ๆ ทำให้  
 หญ้าทะเลมีการพัฒนาลักษณะโดยปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และการดำรงชีวิตให้สามารถอยู่รอดได้

หญ้าทะเลจัดเป็นพืชชั้นสูงในกลุ่มของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีการปรับตัวและมีวิวัฒนาการ  
 อย่างสมบูรณ์ มีราก ลำต้น ระบบท่อลำเลียงอย่างแท้จริง และสร้างดอก และเมล็ดในการขยายพันธุ์  
 ได้ลักษณะโครงสร้างของหญ้าทะเลจะประกอบไปด้วย เหง้า (rhizome) ที่ทอดยาวไปกับพื้น มีข้อต่อ  
 (node) ที่แบ่งส่วนของลำต้นใต้ดินออกเป็นช่วง ใบ (leaf) ของหญ้าทะเลมีรูปร่างแตกต่างกันตามแต่  
 ลักษณะ ไม่พบปากใบ (stomata) แต่มีคิวติเคิลบาง ๆ เคลือบบนผิวใบ มีช่องอากาศ (air lacunae)  
 ทำให้ใบของหญ้าทะเลจะตั้งตรงจากพื้น (วรรณภา กิ่งกาญจน์, 2543 และชัชรี สุพันธุ์วัฒน์, 2549)  
 ลักษณะทางกายภาพของแนวหญ้าทะเลช่วยลดความรุนแรงของคลื่น ช่วยกรองตะกอนแขวนลอยใน  
 น้ำและทำให้ตกตะกอน ระบบนิเวศหญ้าทะเลจึงมีความซับซ้อนทำให้มีความหลากหลายทั้งชนิดและ  
 ปริมาณสัตว์น้ำ แนวหญ้าทะเลที่อยู่ใกล้กับแนวปะการังหรือปากแม่น้ำจะเป็นแหล่งสะสมหรือ  
 ตกตะกอนของธาตุอาหาร เป็นแหล่งปรับและกรองธาตุอาหาร และสารเคมีต่าง ๆ ที่จะออกสู่ทะเล  
 หญ้าทะเลจะทำหน้าที่สนับสนุนสัตว์กินพืชหลากหลายชนิด รวมทั้งยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของ ผู้  
 ย่อยสลาย นอกจากนี้กำลังผลิตเบื้องต้นของแนวหญ้าทะเลยังมีความสัมพันธ์กับอัตราผลผลิตที่ได้จาก  
 การทำประมงอีกด้วย

การประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจจะประเมินจากสินค้าและบริการที่มีต่อชีวิตมนุษย์ แต่การ  
 ประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจของแนวหญ้าทะเลจะประเมินจากผลที่ได้จากการอนุรักษ์ และค่าใช้จ่าย  
 ที่เกิดจากการจัดการที่ไม่ดี ในรูปของการบริการในแง่ของระบบนิเวศหญ้าทะเลเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย  
 ทั้งสัตว์น้ำวัยอ่อนทั้งสัตว์น้ำเศรษฐกิจและสัตว์น้ำในกิจกรรมสันทนาการหลายชนิด แนวหญ้าทะเล  
 เป็นแหล่งทำประโยชน์แก่ชุมชนโดยตรงในเรื่องของเป็นแหล่งตกปลา หรือทำประมง รวมทั้งยังเป็น  
 แหล่งเพาะเลี้ยงสาหร่าย เป็นแหล่งยาพื้นบ้าน และยังเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดอาหารท้องถิ่น การ  
 ท่องเที่ยวท้องถิ่น หรือประเพณีท้องถิ่นของชุมชนนั้น ๆ เมื่อประเมินคุณค่าแนวหญ้าทะเลและ  
 สาหร่ายทะเลรวมในรูปของคุณค่าทางระบบนิเวศและบริการ พบว่าอยู่ที่ 19,004 ดอลลาร์สหรัฐ ต่อ  
 พื้นที่ 1 เฮกแตร์ ต่อ 1 ปี หรือ 3,801 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อ 1 ปี อย่างไรก็ตามคุณค่าทางเศรษฐกิจ  
 ของแนวหญ้าทะเลจะอยู่ภายใต้การคุกคาม และผลกระทบจากมนุษย์โดยตรง (Costanza et al.  
 1997)

**การแพร่กระจายของหญ้าทะเล** หญ้าทะเลเป็นกลุ่มพืชน้ำที่มีการแพร่กระจายตามแนว  
 ชายฝั่งทั่วโลกทั้งเขตอบอุ่น และเขตร้อน โดยพบหญ้าทะเลประมาณ 12 สกุล 60 ชนิดแพร่กระจาย  
 อยู่ทั่วโลก ในเขตอินโดแปซิฟิกพบหญ้าทะเลถึง 23 ชนิด และมีแนวหญ้าทะเลขนาดใหญ่ที่ประกอบ  
 ไปด้วยหญ้าทะเลหลากหลาย เช่น หญ้าทะเลสกุล *Cymodocea*, *Enhalus*, *Halodule*,

*Halophila*, *Syringodium*, *Thalassia*, *Zostera* and *Thalassodendron* เป็นต้น (Short et al. 2001 and Short & Coles 2001)

### การแพร่กระจายของหญ้าทะเลในประเทศไทย

แหล่งหญ้าทะเลที่พบในน่านน้ำไทยสามารถแบ่งตามบริเวณที่พบออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้ (ส่วนอุทยานแห่งชาติทางทะเล สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้, 2543)

- (1) แหล่งหญ้าทะเลที่อยู่ติดป่าชายเลน
- (2) แหล่งหญ้าทะเลที่อยู่ตามพื้นทรายตามชายฝั่งทะเลน้ำตื้น
- (3) แหล่งหญ้าทะเลที่อยู่ติดแนวปะการัง

บริเวณแนวชายฝั่งทะเลอันดามัน จะพบประเภทแหล่งหญ้าทะเลทั้ง 3 ประเภท แต่ส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งหญ้าทะเลที่อยู่ติดป่าชายเลน และมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าทางฝั่งอ่าวไทย โดยพบทั้งสิ้น 12 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 2 - 1 ดังนี้

ตารางที่ 2 - 1 ชนิดของหญ้าทะเลที่สำรวจพบในฝั่งอ่าวไทย ฝั่งทะเลอันดามัน

ชนิดของหญ้าทะเล	อ่าวไทย	อันดามัน
1. หญ้าใบมะกรูด ( <i>Halophila ovalis</i> )	*	*
2. หญ้าเงาแคระ ( <i>Halophila beccarii</i> )	*	*
3. หญ้าเงาใส ( <i>Halophila decipiens</i> )	*	*
4. หญ้าเงาใบเล็ก ( <i>Halophila minor</i> )	*	*
5. หญ้าคาทะเล ( <i>Enhalus acoroides</i> )	*	*
6. หญ้าชะเงาเต่า ( <i>Thalassia hemprichii</i> )	*	*
7. หญ้าชะเงาใบมน ( <i>Cymodocea rotundata</i> )	*	*
8. หญ้าชะเงาใบฟันเลื่อย ( <i>Cymodocea serrulata</i> )	*	*
9. หญ้ากุ่มช่ายทะเล ( <i>Halodule univervis</i> )	*	*
10. หญ้ากุ่มช่ายเข็ม ( <i>Halodule pinifolia</i> )	*	*
11. หญ้าต้นหอมทะเล ( <i>Syringodium isoetifolium</i> )	*	*
12. หญ้าตะกานน้ำเค็ม ( <i>Ruppia maritima</i> )	*	-

ที่มา: Poovachiranon and Adulyanukosol (1999)

แนวหญ้าทะเลตามแนวชายฝั่งของประเทศต่าง ๆ รวมทั้งประเทศไทย มีบทบาทและมีความสำคัญสำหรับวัฏจักรคาร์บอนเนื่องจากสามารถดูดซับคาร์บอนที่อยู่ในบรรยากาศได้ดี ข้อมูลทางวิชาการรายงานว่า “ทะเลและมหาสมุทรสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ คือทำหน้าที่เป็น (Carbon Sink)

ซึ่งทะเลและมหาสมุทรทำหน้าที่ในการกักเก็บและหมุนเวียน ร้อยละ 93 ของคาร์บอนที่อยู่ในโลก และสามารถทำหน้าที่ในการหมุนเวียนคาร์บอนได้อีกด้วย” (โอเคเนชั่น, 2557)

#### 4. คาร์บอนในแนวหญ้าทะเล และความสัมพันธ์ของคาร์บอนต่อหญ้าทะเล

โดยธรรมชาติส่วนใหญ่คาร์บอนจะถูกดูดซับโดยธรรมชาติเอง เช่น ในดินตะกอน หรือพืชพรรณต่าง ๆ แต่ในหญ้าทะเล พบว่าหญ้าทะเลมีความสามารถในการดูดซับ และกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินตะกอน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีออกซิเจนน้อยมาก โดยเมื่อหญ้าทะเลตาย จะทับถมกลายเป็นตะกอนใต้ผืนทะเล ตะกอนที่ปราศจากออกซิเจนนี้จะดักจับกับคาร์บอนไว้ได้เป็นระยะเวลาอันยาวนาน โดยหญ้าทะเล 1 เฮกตาร์ มีศักยภาพเท่ากับป่าบนดิน 1 เฮกตาร์ และดินตะกอนใต้ทะเลที่หญ้าทะเลเติบโตนั้น เรียกว่า ระบบนิเวศแบบ Blue carbon ซึ่งสามารถดูดซับคาร์บอนได้มากกว่าป่าบนดินได้ถึง 40 เท่า (ไอกรีนอิติตเตอร์, 2562)

หญ้าทะเลนั้นเป็นผู้ผลิตที่สำคัญในบริเวณชายฝั่งทะเล (Unsworth et al., 2012; Buapet et al., 2013) และมีส่วนร่วมในประมาณร้อยละ 10 ของคาร์บอนอินทรีย์ในมหาสมุทร (Chou et al., 2018) หญ้าทะเลมีความสำคัญในการรับคาร์บอนในมหาสมุทรและรับคาร์บอนจากน้ำรอบข้างได้อย่างดี เป็นตัวหมุนเวียนวงจรของคาร์บอนอินทรีย์ในน้ำทะเล ถึงแม้ว่าหญ้าทะเลจะสามารถดูดซับคาร์บอนจำนวนมากจากน้ำทะเลโดยรอบ แต่ในสาหร่ายบางสายพันธุ์จะมีกลไกการรับคาร์บอนที่มีประสิทธิภาพมากกว่าแบบอื่น คาร์บอนในแนวหญ้าทะเลนั้นเกิดจากการดึงมาจากอินทรีย์คาร์บอนในมวลน้ำโดยตรงและการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนที่อยู่ในเวลานานซึ่งสะสมในดินตะกอนในแนวหญ้าทะเลและเกิดจากการฝังของสารอินทรีย์คาร์บอนหรือเกิดปฏิกิริยากับโซเดียมคาร์บอเนตในดินตะกอน โดยหญ้าทะเลจะใช้คาร์บอนอินทรีย์ในรูปแบบของ  $\text{CO}_2$  และ  $\text{HCO}_3^-$  (Unsworth et al., 2012; Buapet et al., 2013) คาร์บอนในน้ำทะเลจะถูกควบคุมโดยการสังเคราะห์แสงโดยหญ้าทะเล กิจกรรมการสังเคราะห์แสงจะสูงสุดในช่วงเวลากลางวัน จะดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางวันและจะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลากลางคืน (Buapet et al., 2013; Chou et al., 2018)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จัดเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน มีสาเหตุมาจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงมากจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง จนทำให้สมดุลการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลต่อการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากในบรรยากาศ

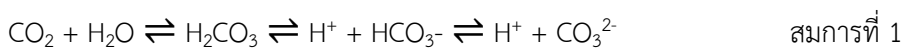
#### 5. รูปแบบการตรึงคาร์บอนในมหาสมุทร

ระบบนิเวศทางทะเลและมหาสมุทรจะมี Carbon stock ซึ่งหมายถึงปริมาณของคาร์บอนที่เก็บสะสมในแหล่งกักเก็บคาร์บอน ซึ่งพบว่าระบบนิเวศทางทะเลและมหาสมุทรมีความสามารถใน

การเป็น Carbon sink (แหล่งดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์) ที่ดีและสูงกว่าระบบนิเวศป่าไม้ (Sinamngoen et al., 2016) จะขึ้นอยู่กับการกักเก็บคาร์บอนของพืช (Carbon sequestration)

## 6. การเปลี่ยนรูปของคาร์บอนในทะเล

คาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศซึมผ่านและจับตัวกับน้ำทะเลแตกตัวเป็นกรดคาร์บอนิก กรดคาร์บอนิกจะแตกตัวไฮโดรเจนไอออนซึ่งจะกลายเป็นไบคาร์บอเนต ซึ่งน้ำทะเลจะอยู่ในสภาพพีเอชที่มีค่า 8.3 (เป็นค่ากลางของน้ำทะเล) จากนั้นไบคาร์บอเนตจะแตกตัวไฮโดรเจนไอออนออก ซึ่งจะกลายเป็นคาร์บอเนต ซึ่งสมการคาร์บอนนี้สามารถผันกลับได้ดังสมการที่ 1 และในลำดับสุดท้ายคาร์บอนเนตในน้ำจะถูกจับตัวกับแคลเซียมในน้ำ จะกลายเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตในรูปของแข็ง ซึ่งจะถูกนำไปใช้ประโยชน์โดยอหิฟิฟต์ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและปะการัง (Chou et al., 2018) ดังสมการที่ 2



## 7. ลักษณะทางกายภาพของเกาะกูด จังหวัดตราด

เกาะกูดมีพื้นที่ประมาณ 111.89 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 69,931 ไร่ มีขนาดความใหญ่เป็นอันดับ 6 ของประเทศไทย และใหญ่เป็นอันดับ 2 ของจังหวัดตราด รองจากเกาะช้าง (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน, 2560) พื้นที่อำเภอเกาะกูดมีพื้นที่เป็นเกาะทั้งหมด 3 เกาะ คือ เกาะกูด เกาะแรด และเกาะไม้ซี้ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาไม่มีที่อุดมสมบูรณ์ จะมีพื้นที่ราบบางส่วนบริเวณชายเขาและใกล้ทะเล ชาวบ้านจะใช้เป็นแหล่งเพาะปลูกพืชที่ปลูกกันมาก คือ มะพร้าวและยางพารา พื้นที่ส่วนใหญ่ของเกาะเหมาะแก่การพักผ่อน ท่องเที่ยว เพราะมีทั้งน้ำตก หาดทราย แม่น้ำ ป่าชายเลน และปะการัง โดยเขตพื้นที่ทางด้านทิศเหนือ ติดต่อทะเลอ่าวไทย ทิศใต้ ติดต่อ น่านน้ำประเทศกัมพูชา ทิศตะวันออก ติดต่อ ทะเลอ่าวไทย ทิศตะวันตก ติดต่อ ทะเลอ่าวไทย ชาวบ้านประกอบอาชีพประมงชายฝั่ง เกษตรกรรม ทั้งสวนยางพารา สวนมะพร้าว แซมสวนผลไม้ และแปรรูปอาหารทะเล (ไทยตำบลดอทคอม, 2558)

เกาะกูดเป็นเกาะที่มีทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง เช่น ป่าชายเลน ภูเขาทะเล และปะการัง ตามพื้นที่ต่าง ๆ เช่น เรียบเรียงข้อมูลจาก สยามมีดี บิสซิเนส ทราเวล (2548)

**7.1 อ่าวกล้วย** ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของเกาะกูด อยู่ใกล้กับอ่าวยายเกิด และแหลมยายเกิด มีหาดทรายขาวละเอียดยาวประมาณ 300 เมตร น้ำ มีแหล่งภูเขาทะเล เป็นที่อยู่อาศัย



และแหล่งอาหารของสัตว์น้ำนานาชนิด เป็นจุดชมนกชนิดต่าง ๆ บนเกาะกูด เช่น นกปรอดหัวจุก และนกอพยพชนิดต่าง ๆ

**7.2 อ่าวสลัด** ตั้งอยู่ทางด้านตะวันออกของเกาะกูด อยู่ใกล้กับแหลมตาตุ๋น หาดบริเวณอ่าวสลัดเป็นโค้งอ่าวรูปตัวยู ไม่มีชายหาด มีท่าเทียบเรือประมง และเป็นแหล่งที่ตั้งของชุมชนบ้านเรือนชาวประมงบนเกาะกูด มีท่าเทียบเรือ เป็นแหล่งขนส่งและจำหน่ายสินค้าทางการประมง และสินค้าของฝากจากทะเล เป็นที่ตั้งของสำนักสงฆ์อ่าวสลัด

**7.3 อ่าวคลองเจ้า** ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของเกาะกูด อยู่ใกล้กับอ่าวตะเภา เป็นหาดทรายขาวที่สามารถลงเล่นน้ำได้ ยาวประมาณ 600 เมตร บริเวณชายหาดอุดมสมบูรณ์ไปด้วย ต้นมะพร้าว มีสะพานไม้ยาว 1,00 เมตร สามารถเดินข้ามมายังอ่าวตะเภา บ้านคลองมาด และมีเส้นทางเดินทาง สามารถเดินเท้าไปยังหาดง่ามโข่ หาดทรายแดง หาดบังเป้า หาดคลองหิน และอ่าวพร้าวได้ และจากหาดคลองเจ้า มีเส้นทางเดินเท้า ระยะทาง 4.5 กม. เดินไปยังน้ำตกคลองเจ้า เป็นจุดชมพระอาทิตย์ตกทะเลที่สวยงาม

**7.4 อ่าวกะลัง** ตั้งอยู่บริเวณทิศออกเฉียงใต้ของเกาะกูด มีชายหาดยาว เป็นพื้นที่ในความดูแลของกองทัพเรือ บริเวณชายหาดอุดมสมบูรณ์ไปด้วยต้นไม้หลากหลายชนิด โดยเฉพาะต้นมะพร้าว

มีรายงานการพบหญ้าทะเล 5 ชนิด คือ หญ้าชะเงาใบฟันเลื่อย (*Cymodocea serrulata*) หญ้าเงา (*Halophila ovalis*) หญ้ากุ่มชายเข็ม (*Halodule pinifolia*) หญ้ากุ่มชายทะเล (*Halodule uninervis*) และหญ้าเงาแคระ (*Halophila beccarii*) (จิตรา ตีระเมธี และคณะ, 2562; ธรรมศักดิ์ ยี่มิน และคณะ, 2552; กาญจนภาชน์ ลิ้มโนมนต์, 2550) (ตารางที่ 2 - 2)

ตารางที่ 2 - 2 ชนิดของหญ้าทะเลที่สำรวจพบบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

พื้นที่	ชนิดหญ้าทะเล				
	CS	HB	HO	HP	HU
อ่าวกล้วย	(1) (2)	(2)	-	(3)	(1) (2)
อ่าวกะลัง	(3)	-	(3)	(3)	(3)
อ่าวคลองเจ้า	(1) (3)	-	-	-	(1) (3)
อ่าวสลัด	(3)	-	-	-	-

หมายเหตุ: CS = *Cymodocea serrulata*, HB = *Halophila beccarii*, HO = *Halophila ovalis*, HP = *Halodule pinifolia*, HU = *Halodule uninervis*

ที่มา: (1) กาญจนภาชน์ ลิ้มโนมนต์ (2550)

(2) ธรรมศักดิ์ ยี่มิน และคณะ (2552)

(3) จิตรา ตีระเมธี และคณะ (2562)

บริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด พบการแพร่กระจายของหญ้าทะเลชนิด *Cymodocea serrulata* เป็นชนิดเด่นของพื้นที่ ที่บริเวณอ่าวกะลั่งพบหญ้าทะเลขึ้นปกคลุมทั้ง 4 ชนิด รองลงคือ อ่าวคลองเจ้า และบริเวณอ่าวกล้วย พบหญ้าทะเล 2 - 4 ชนิด ตามลำดับ (ตารางที่ 2-2)

### 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กาญจนภาชน์ ลีวโนมนต์ (2550) รายงานชนิดและการแพร่กระจายของหญ้าทะเล บริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด พบแหล่งหญ้าทะเล 2 แห่ง คือ อ่าวงามโขง และอ่าวกล้วย เป็นหญ้าทะเลชนิด *Cymodocea serrulata* และ *Halodule uninervis*

ธรรมศักดิ์ ยี่มิน และคณะ (2552) รายงานการพบหญ้าทะเลบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด จำนวน 3 ชนิด คือ หญ้าชะเงาสั้นปลายหนาม (*Cymodocea serrulata*) หญ้าชะเงาใบแคบ (*Halodule uninervis*) และหญ้าใบพาย (*Halophila beccarii*) โดยหญ้าทะเลชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ หญ้าชะเงาสั้นปลายหนาม (*Cymodocea serrulata*) มีกระจายตัวเป็นหย่อม ๆ บริเวณพื้นที่ที่ตื้น โดยหญ้าแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวกล้วยมีพื้นที่กว้างประมาณ 300 เมตร ปกคลุมพื้นที่ร้อยละ 56.8 นอกจากนี้ยังพบว่าแหล่งหญ้าทะเลบางพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลามาก

กามารุดิน จันทร์สนิท (2558) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปกคลุมต่อมวลชีวภาพ ปริมาณคาร์บอน และความหนาแน่นของหญ้าทะเล โดยเลือกบริเวณที่มีการปกคลุมแตกต่างกัน ที่ 10 25 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ จากตัวอย่างหญ้าทะเล 10 ชนิด ชนิดละ 4 ซ้ำ จาก 3 สถานี คือ อ่าวคุระบุรี จ.พังงา และอ่าวตังเซ็น อ่าวป่าคอก จ.ภูเก็ต ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน 2558 ทำการหาความหนาแน่นในแต่ละกรอบเก็บตัวอย่าง หามวลชีวภาพทั้งส่วนเหนือดิน (ใบ) และส่วนใต้ดิน (ลำต้นและราก) และวิเคราะห์หาอัตราคาร์บอนต่อไนโตรเจนในหญ้าทะเล ผลการศึกษาพบว่าความหนาแน่นและมวลชีวภาพของหญ้าทะเลมีความสัมพันธ์แปรผันตามระดับการปกคลุมที่เพิ่มขึ้น หญ้าทะเลส่วนใหญ่มีอัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพส่วนเหนือดินน้อยกว่าส่วนใต้ดิน โดยหญ้า *Enhalus acoroides* (Ea) มีอัตราส่วนมากที่สุด เป็น 1:3.5 และหญ้า *Halophila ovalis* (Ho) มีอัตราส่วนน้อยที่สุดเป็น 1:1.1 ยกเว้นหญ้า *Halophila beccarii* (Hb) ที่มีอัตราส่วนเหนือดินและใต้ดินเป็น 1:0.7 ในส่วนของปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนของหญ้าทะเลทุกชนิดอยู่ในช่วง 0.0512 - 0.4047 gC/gDW และ 0.0024 - 0.0269 gN/gDW ตามลำดับ ปริมาณการสะสมและกักเก็บคาร์บอนของหญ้าทะเลที่ระดับการปกคลุมต่าง ๆ จะผันแปรตามน้ำหนักมวลชีวภาพของหญ้าทะเลแต่ละชนิด เมื่อเปรียบเทียบหญ้าทะเลที่มีระดับการปกคลุมที่ 50 % พบว่าหญ้า *Cymodocea rotundata* (Cr) มีปริมาณคาร์บอนมากที่สุด 163.75 (gDW/m<sup>2</sup>)

ปัทมา ศรีน้ำเงิน และคณะ (2559) ศึกษาการสะสมคาร์บอนของหญ้าทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษาเขตศูนย์การศึกษาพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี ซึ่งมีพื้นที่หญ้าทะเลประมาณ 1,520 ไร่ ระหว่างเดือนเมษายน - เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 โดยศึกษาการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้า

ทะเล 2 ชนิดคือ *Enhalus acoroides* และ *Halodule pinifolia* มีการวัดปริมาณชีวมวลและคาร์บอนอินทรีย์จากส่วนที่อยู่เหนือดิน คือ ลำต้นและใบ และส่วนที่อยู่ใต้ดิน คือ เหง้าและราก บริเวณชายฝั่งทะเลประมาณ 0.5, 0.5 - 1.0 และมากกว่า 1.0 กิโลเมตร ขึ้นไป พบว่าหญ้าทะเลชนิด *E. acoroides* มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สะสมอยู่บริเวณเหง้ามากที่สุด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สะสมบริเวณใบและราก ส่วนหญ้าทะเลชนิด *H. pinifolia* คือ ใบ เหง้าและราก มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สะสมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) โดยปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ไม่ได้ขึ้นกับตำแหน่งหรือบริเวณที่หญ้าทะเลทั้งสองชนิดนี้เจริญเติบโตอยู่

สาธิตา เผ่ากันทะ (2559) ศึกษาองค์ประกอบชนิดของหญ้าทะเลและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในตะกอนดินบริเวณแหล่งหญ้าทะเล เกาะลิบง จังหวัดตรัง ในปี พ.ศ. 2535 ศึกษาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในตะกอนดินโดยวิธีวางแนวเส้นสำรวจ (Line Transect Method) ในปีพ.ศ. 2535 บริเวณเกาะลิบง จังหวัดตรัง โดยแบ่งแนวสำรวจออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ระยะใกล้ชายฝั่ง (nearshore) ระยะกลางชายฝั่ง (middle shore) ระยะไกลชายฝั่ง 1 (offshore I) และระยะไกลชายฝั่ง 2 (offshore II) พบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในตะกอนดินคิดเป็นร้อยละ โดยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ  $0.40 \pm 0.14$   $0.49 \pm 0.46$   $0.38 \pm 0.23$  และ  $0.35 \pm 0.15$  และความหนาแน่นของอินทรีย์คาร์บอนสะสมในตะกอนดิน เท่ากับ 1,010.20, 1,252.04, 980.61 และ 899.66 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากระยะใกล้ชายฝั่งถึงระยะไกลฝั่ง ตามลำดับ ประชาคมหญ้าทะเลทั้ง 4 ระยะ เป็นแบบอยู่รวมกันหลายชนิด รวมทั้งหมด 8 ชนิด ได้แก่ *Halophila ovalis*, *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Enhalus acoroides*, *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis*, *Thalassia hemprichii* และ *Syringodium isoetifolium* โดยพบชนิดหญ้าทะเลมากที่สุดในระยะไกลชายฝั่ง 2 จำนวน 7 ชนิด รองลงมา คือ ระยะไกลชายฝั่ง 1 และระยะกลางชายฝั่ง โดยพบ 6 ชนิด ส่วนระยะใกล้ชายฝั่ง พบเพียง 4 ชนิด ลักษณะตะกอนดินทุกระยะเป็นทรายละเอียดมาก คือ มีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 0.125-0.0625 มิลลิเมตร จากผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดินกับระยะทางจากชายฝั่ง และจำนวนชนิดของหญ้าทะเล

ณัฐวดี บันตวิวัฒน์กุล และคณะ (2561) ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดชุมพร และสุราษฎร์ธานี ในบริเวณเกาะเตียบ อ่าวทุ่งคา - สวี ปากแม่น้ำละแม และคลองท่าชนะ เพื่อศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในหญ้าทะเลชนิดเด่น 3 ชนิด คือ หญ้ากุ่มช่ายเข็ม (*Halodule pinifolia*) หญ้าใบมะกรูด (*Halophila ovalis*) และหญ้าใบพาย (*Halophila beccarii*) พบว่า มวลชีวภาพรวมของหญ้าใบมะกรูด มีค่าเท่ากับ  $14.58 \pm 3.41$  กรัมต่อตารางเมตร ส่วนหญ้าใบพาย และหญ้ากุ่มช่ายเข็มไม่แตกต่างกัน หญ้าใบมะกรูดและหญ้าใบพายมีสัดส่วนมวลชีวภาพของส่วนเหนือพื้นดินมากกว่าส่วนใต้พื้นดิน ส่วนหญ้ากุ่มช่ายเข็มสัดส่วนมวลชีวภาพของส่วนใต้พื้นดิน

มากกว่าส่วนเหนือพื้นดิน ปริมาณคาร์บอนในส่วนใต้พื้นดินของหญ้ากุ่มชายเข้มีค่าเท่ากับ  $37.75 \pm 0.14$  เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ หญ้าใบมะกรูด และหญ้าใบพาย เท่ากับ  $32.22 \pm 0.35$  และ  $33.06 \pm 0.14$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีปริมาณคาร์บอนในส่วนเหนือพื้นดินของหญ้ากุ่มชายเข้มีปริมาณเท่ากับ  $41.42 \pm 0.34$  เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ หญ้าใบมะกรูด และหญ้าใบพาย เท่ากับ  $36.21 \pm 0.02$  และ  $35.49 \pm 0.06$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยปริมาณคาร์บอนในส่วนเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลทุกชนิดมีมากกว่าส่วนใต้พื้นดินมีอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

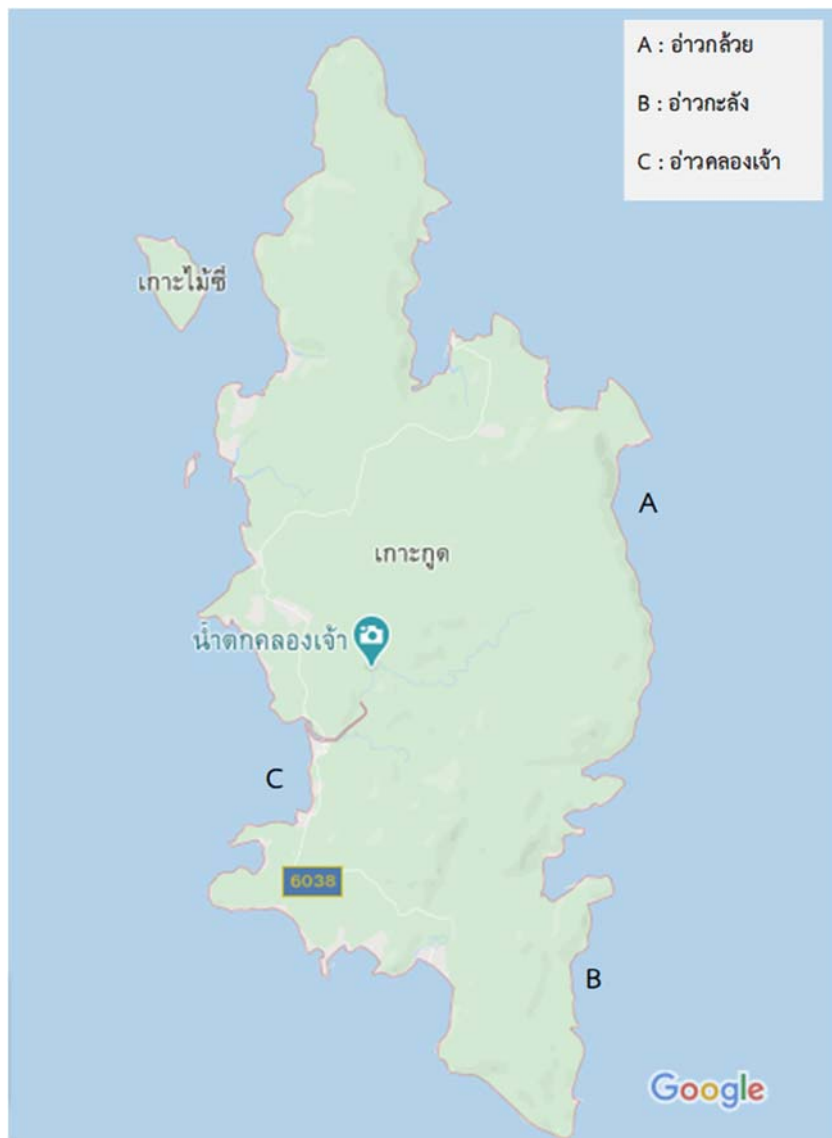
Stankovic et al. (2017) ศึกษาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่สะสมในหญ้าทะเลที่มีขนาดแตกต่างกันชนิดต่าง ๆ และตะกอนดินในพื้นที่เขตร้อน พื้นที่ทำการศึกษาคือ บริเวณอ่าวป่าคอก จังหวัดภูเก็ต โดยเก็บตัวอย่างหญ้าทะเลที่มีความแตกต่างกันสามขนาด คือ *Enhalus acoroides* เป็นตัวแทนสายพันธุ์ขนาดใหญ่ *Thalassia hemprichii* เป็นตัวแทนสายพันธุ์ขนาดกลาง และ *Halophila ovalis* เป็นตัวแทนสายพันธุ์ขนาดเล็ก โดยปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมด และคาร์บอนอินทรีย์ที่เก็บในส่วนเหนือพื้นดิน และส่วนใต้พื้นดินของหญ้าทะเลมีความแตกต่างกันระหว่างชนิดอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) โดยมีการสะสมคาร์บอนอินทรีย์สูงสุดในส่วนใต้พื้นดินของ *E. acoroides* และ *T. hemprichii*  $238.10 \pm 85.07$  และ  $134 \pm 21.55$  g Dw m<sup>-2</sup> ตามลำดับ คาร์บอนอินทรีย์เฉลี่ยในตะกอนดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) เช่นเดียวกับกับ *E. acoroides* ที่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สูงสุดในชั้นลึกของตะกอน  $1.14 \pm 0.25$  เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อีกสองชนิดจะมีคาร์บอนอินทรีย์สูงในดินตะกอนชั้นบนและดินตะกอนชั้นกลาง จากผลการวิจัยเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าหญ้าทะเลสายพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สูงกว่าสายพันธุ์ขนาดเล็ก

### บทที่ 3

### วิธีการศึกษา

#### 1. สถานที่ศึกษา

กำหนดพื้นที่ศึกษาบริเวณรอบเกาะกูด จังหวัดตราด ในช่วงเดือนมิถุนายน และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 กำหนด 3 สถานี ได้แก่ อ่าวกล้วย อ่าวกะลั่ง และอ่าวคลองเจ้า



ภาพที่ 3 - 1 พื้นที่ศึกษาโดยรอบเกาะกูด จังหวัดตราด  
ที่มา: ดัดแปลงจาก Google map (2020)

ตารางที่ 3 - 1 พิกัดพื้นที่ทำการศึกษารอบเกาะกูด

	สถานี	ละติจูด (Latitude)	ลองจิจูด (Longitude)
A	อ่าวกล้วย	11°40'34.48" N	102°36'31.31" E
B	อ่าวกะลั่ง	11°34'45.81" N	102°35'53.79" E
C	อ่าวคลองเจ้า	11°37'49.13" N	102°31'49.49" E

## 2. วัสดุอุปกรณ์

1. ถังเก็บรักษาตัวอย่าง ที่ระบุนวันเดือนปีทีเก็บ สถานที่เก็บ ด้วยปากกาถาวร
2. กระบอกเก็บน้ำตัวอย่างแบบแนวตั้ง (Vertical Type Water Sampler)
3. ไม้บรรทัด
4. กรอบประเมินมวลชีวภาพ 50 x 50 เซนติเมตร
5. กรรไกร
6. อะลูมิเนียมฟรอยด์
7. ตู้อบลมร้อน (hot air oven ยี่ห้อ BINDER รุ่น FED 400)
8. โถดูดความชื้น (desiccator)
9. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง และ 4 ตำแหน่ง (ยี่ห้อ sartorius รุ่น AX4202 และ AX224)
10. กระดาษกรอง GF/C (ยี่ห้อ whatman ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร)
11. หลอดเก็บตัวอย่างขนาด 20 มิลลิลิตร
12. อุปกรณ์เครื่องแก้วกรองน้ำ
13. ปากคีบ (forceps)
14. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer รุ่น Halo VIS-10 )
15. เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge รุ่น Sorvall TC)
16. เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำแบบมัลติพารามิเตอร์ (YSI รุ่น Horiba Pro2030)
17. เครื่องมือวัดค่า pH (pH Meter รุ่น Horiba LAQUA act)
18. ขวดพลาสติกมีฝาปิด (PE)
19. ถ้วยกระเบื้อง (crucible)
20. ชุดขาตั้ง และตัวยึด (stand)
21. อุปกรณ์เครื่องแก้วทางวิทยาศาสตร์
  - 21.1 บิวเรต (burette ขนาด 50 มิลลิลิตร)
  - 21.2 ปีกเกอร์ (ขนาด 10, 25, 50, 100, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร)

- 21.3 ขวดปริมาตร (volumetric flask ขนาด 100, 250, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร)
- 21.4 ปิเปต (pipette ขนาด 1, 10, 25 และ 50 มิลลิลิตร)
- 21.5 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask ขนาด 100 และ 250 มิลลิลิตร)
- 21.6 กระบอกตวงสาร (cylinder ขนาด 10, 25, 50, 100, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร)

### 3. วิธีการศึกษา

#### 3.1 ชนิด และมวลชีวภาพของหญ้าทะเล

3.1.1 กำหนดตำแหน่งและทิศทางของเส้นแนวเก็บตัวอย่าง (transect line) จำนวน 3 แนว ตามแนวระดับความลึก ทุก 100 เมตร ผ่านแนวหญ้าทะเล

3.1.2 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างตามเส้นแนวเก็บตัวอย่าง โดยจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุด (sampling points) ห่าง 100 เมตร โดยใช้ quadrat ขนาด 50 x 50 เซนติเมตร เพื่อประเมินมวลชีวภาพของหญ้าทะเลตามวิธีของ Mellros รวมทั้งเก็บตัวอย่างหญ้าทะเล เพื่อจำแนกในห้องปฏิบัติการ โดยรักษาตัวอย่างด้วยเกลือแอง โดยใช้การจำแนกชนิดตาม Den Hartog and Kuo (2006), Phillips and Menez (1988) และกาญจนภาชน์ลิ้มโนมนต์ และคณะ (2536)

3.1.3 การประเมินมวลชีวภาพของหญ้าทะเล โดยวิธีของ Mellros (จิตติมา อายุตะทะกะ, 2538) โดยมีวิธีดังต่อไปนี้

3.1.3.1 ใช้ quadrat ขนาด 50 x 50 เซนติเมตรสุ่มเลือกพื้นที่หญ้าทะเลที่มีความหนาแน่นมากที่สุด จนถึงพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของหญ้าทะเลน้อยที่สุดที่คาดว่าจะพบในระหว่างทำการศึกษานี้จำนวน 5 quadrat โดยเรียงลำดับ โดยให้คะแนนดังต่อไปนี้

ลำดับ	การประมาณค่ามวลชีวภาพของหญ้าทะเล
0	ไม่มี
1	น้อยมาก
2	มีค่ากึ่งกลางระหว่าง 1 กับ 3
3	มีค่ากึ่งกลางระหว่าง 2 กับ 4
4	มีค่ากึ่งกลางระหว่าง 3 กับ 5
5	มากที่สุด

หลังจากให้คะแนนเสร็จ ให้วาง quadrat ทั้ง 5 quadrat เอาไว้เป็น quadrat อ้างอิง

3.1.3.2 สุ่มเก็บหญ้าทะเลตั้งแต่ชายฝั่งจนถึงจุดน้ำลงต่ำสุด โดยใช้กรอบขนาด 25 x 25 เซนติเมตร จำนวน 10 quadrat เก็บตัวอย่างหญ้าทะเลทั้งราก ลำต้นและใบ นำใส่ถุงพลาสติก เก็บรักษาด้วยเกลือแอง

3.1.3.3 หามวลชีวภาพของหญ้าทะเล โดยนำตัวอย่างหญ้าทะเลที่ล้างสะอาดแล้ว หลังจากนั้นแยกส่วนลำต้นเหนือดิน และใต้ดินออกจากกัน ผึ่งในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน เพื่อชั่งน้ำหนักเปียก ก่อนนำไปอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งในโถดูดความชื้นก่อน นำมาชั่งน้ำหนักแห้ง และนำมาคำนวณมวลชีวภาพของหญ้าทะเล

### 3.2 การศึกษาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเล

#### 3.2.1 การเตรียมตัวอย่าง

แยกส่วนต่าง ๆ ของหญ้าทะเลออกเป็นส่วนใหญ่เหนือพื้นดิน (ใบ) และส่วนใหญ่ใต้พื้นดิน (ราก และเหง้า) ชั่งน้ำหนักเปียก (wet weight) นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 - 3 วัน จนน้ำหนักคงที่แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนักแห้ง (dry weight) นำข้อมูลมาคำนวณค่ามวลชีวภาพ (biomass) แล้วนำหญ้าทะเลไปบด เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเล

#### 3.2.2 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.2.2.1 นำตัวอย่างหญ้าทะเลบดละเอียดผ่านตะแกรงร่อน ขนาด 0.42 มิลลิเมตร แล้วชั่งตัวอย่าง 10 มิลลิกรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.2.2.2 ตวงโพแทสเซียมไดโครเมต ( $K_2Cr_2O_7$ ) 10 มิลลิลิตร ความเข้มข้น 1 นอร์มอล และเขย่าขวดรูปชมพู่เบาๆ ให้ตัวอย่างกระจายในสารละลาย เดิมกรดซัลฟิวริก (Conc.  $H_2SO_4$ ) 98 เปอร์เซ็นต์ 20 มิลลิลิตร แล้วแกว่งขวดรูปชมพู่จนกระทั่งตัวอย่างและสารละลายผสมเข้ากัน

3.2.2.3 นำตัวอย่างไปให้ความร้อนด้วยเครื่องกวนสารชนิดให้ความร้อน (Hot plate) และวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์จนได้อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส

3.2.2.4 นำมาตั้งทิ้งไว้รอให้เย็นลงช้า ๆ เมื่อตัวอย่างเย็น ประมาณ 20 - 30 นาที ให้ปรับปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3.2.2.5 เตรียมไทเทรต ด้วยเฟอร์รัสซัลเฟต ความเข้มข้น 0.4 นอร์มอล ( $FeSO_4$ ) โดยใช้ ferroin เป็นอินดิเคเตอร์ หยดอินดิเคเตอร์ 3 - 4 หยด

3.2.2.6 ไทเทรตด้วยเฟอร์รัสซัลเฟต ความเข้มข้น 0.4 นอร์มอล ( $FeSO_4$ ) จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเขียวเข้มจากนั้นหยดทีละหยดจนเปลี่ยนเป็นสีแดงเทา ที่จุดยุติ แล้วจดบันทึกข้อมูล



### คำนวณหาค่าคาร์บอนอินทรีย์ คำนวณได้จาก (McLeod, 1973)

$$\text{Organic Carbon (\%)} = \frac{0.003 \text{ g} \times N \times 10 \text{ mL} \times (1 - T/S) \times 100}{\text{ODW}}$$

N = ความเข้มข้นของ  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

T = ปริมาณที่ไทเทรตของ  $\text{FeSO}_4$  (มิลลิลิตร)

S = ปริมาณที่ไทเทรตมาตรฐานของ  $\text{FeSO}_4$  (มิลลิลิตร)

ODW = น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)

### 3.3 การศึกษาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินตามระดับความลึกในแนวหญ้าทะเล

เก็บตัวอย่างดินตะกอนในแต่ละสถานี สถานีละ 4 ซ้ำ ด้วยหลอดเก็บตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร โดยกดลงที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร ปิดหัวและท้ายเพื่อไม่ให้โดนอากาศ จากนั้นนำหลอดเก็บตัวอย่างไปใส่ถุงซิปล็อกกริดอากาศออกจากถุงให้หมด เมื่อถึงห้องปฏิบัติการ นำตัวอย่างดินไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากแช่เย็นแล้ว นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสให้แห้ง แล้วนำไปบดให้ละเอียด

### 3.4 สมบัติของดินบางประการในแนวหญ้าทะเล

3.4.1 เก็บตัวอย่างดินโดยใช้ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร กดลึก 0-6 เซนติเมตร จำนวน 3 จุด จุดละ 3 ซ้ำ ทุก ๆ 100 เมตร ตามเส้นแนวเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างดินในถุงเก็บตัวอย่างที่เขียนวัน เดือน ปีและตำแหน่งที่เก็บ

3.4.2 วิเคราะห์หาความหนาแน่นของดินตะกอน โดยใช้เทคนิค Syringe technique และปริมาณน้ำในดินให้นำตัวอย่างดินไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นลงใน desiccator เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักอีกครั้งแล้วคำนวณหาค่าความเป็น รุพ-run และปริมาณน้ำในตะกอน

3.4.3 ปั่นตัวอย่างดินตะกอนกับน้ำ de-ionized เป็นเวลา 12 นาที และนำน้ำตัวอย่างที่ปั่นได้มาวิเคราะห์วิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียรวม (Total ammonia nitrogen: TAN) ใช้วิธี phenol - hypochloride ตามวิธีของ APHA, AWWA และ WPCF (1995) ปริมาณไนไตรท์ (nitrite - nitrogen) ใช้วิธี Colorimetric Method ตามวิธีของ APHA, AWWA และ WPCF (1995) ปริมาณไนเตรท (nitrate - nitrogen) ใช้วิธี Cadmium Reduction ตามวิธีของ APHA, AWWA และ WPCF (1995) ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus) ใช้วิธี Ascorbic Acid Method ตามวิธีของ APHA, AWWA และ WPCF (1995)

### 3.5 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแนวหญ้าทะเล

3.5.1 ใช้ขวดชุ่นเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 500 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างน้ำตามจุดเก็บตัวอย่าง เก็บรักษาตัวอย่างน้ำลงในถังน้ำแข็งก่อนนำกลับไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์  $a$

ตะกอนแขวนลอย แอมโมเนีย ไนโตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต ที่ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3.5.2 วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ pH และวัดอุณหภูมิโดยใช้เครื่อง YSI DO 200 - 4M วัดความโปร่งแสงของน้ำโดยใช้ secchi disc วัดความเค็มโดย Salinometer จดบันทึกค่าที่วัดได้

3.5.3 การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์  $a$  ตะกอนแขวนลอย ปริมาณแอมโมเนียรวม ไนโตรท์ ไนเตรท ปริมาณฟอสฟอรัสรวม ดังวิธีการต่อไปนี้

3.5.3.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์  $a$  จะกรองน้ำปริมาณ 100 มิลลิลิตร ผ่านชุดอุปกรณ์ เครื่องแก้วกรองน้ำที่มีกระดาษ GF/F บรรจุอยู่ ใช้ millipore forceps คีบกระดาษกรองออกจากแท่นกรองและพับครึ่ง เก็บไว้ในหลอดเก็บตัวอย่างขนาด 10 มิลลิลิตร ที่มี acetone เข้มข้น 90 เปอร์เซ็นต์ บรรจุอยู่ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าให้ทั่ว ห่อหลอดเก็บตัวอย่างน้ำด้วย aluminium foil ให้มิดชิด (ควรเก็บในที่เย็นอย่างน้อย 24 ชั่วโมง) จากนั้นนำหลอดเก็บตัวอย่างน้ำมาผ่าน ultrasonic เป็นเวลา 10 นาที เสร็จแล้วนำตกตะกอนด้วยเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (centrifuge) ที่ความเร็ว 2,500 รอบ/นาที นำไปวิเคราะห์หาค่า chlorophyll  $a$  โดยใช้เครื่อง spectrophotometer โดยดูน้ำที่อยู่ส่วนบนออกใส่ลงในเซลล์ (cuvette) ขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ทำการวัด extinction ที่ความยาวคลื่น 665 nm ทันที เติมกรด HCl 1.2 N ลงไป 0.1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ และทำการวัดค่า extinction ที่ความยาวคลื่น 665 nm อีกครั้ง นำค่าที่ได้ไปคำนวณ ดังสมการ

$$\text{Chlorophyll } a \text{ (mg/m}^3\text{)} = \frac{26.7 \times (665o - 665a) \times v}{V \times L}$$

665o = ค่า extinction ที่ 665 nm ก่อนทำการเติมกรด

665a = ค่า extinction ที่ 665 nm หลังจากเติมกรดแล้ว

v = volume of acetone extract (ml)

V = volume of water filtered (liters)

L = path length of cuvette (cm)

3.5.3.2 ปริมาณตะกอนแขวนลอย ใช้กระดาษกรอง GF/C (Whatman, 47 mm) ที่ผ่านการเผาและซังน้ำหนักแล้วเมื่อกรองเสร็จนำกระดาษกรองที่มีสารแขวนลอยอยู่นำเอาไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน นำกระดาษกรองมาชั่งน้ำหนักแห้งของสารแขวนลอยที่กรองได้และนำมาคำนวณหาปริมาณสารแขวนลอยในหน่วยของมิลลิกรัมต่อลิตร ดังสูตร

$$\text{Total Suspended Solids} = \frac{\text{น้ำหนักกระดาศกรองและของแข็ง} - \text{น้ำหนักกระดาศกรอง} \times 10^6}{\text{ปริมาณน้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)}}$$

3.5.3.3 ปริมาณแอมโมเนียรวม (Total ammonia nitrogen: TAN) ใช้วิธี phenol - hypochloride ตามวิธีของ APHA, AWWA และ WPCF (1995)

3.5.3.4 ปริมาณไนไตรท์ (nitrite - nitrogen) ใช้วิธี Colorimetric Method ตามวิธีของ APHA, AWWA และ WPCF (1995)

3.5.3.5 ปริมาณไนเตรท (nitrate - nitrogen) ใช้วิธี Cadmium Reduction ตามวิธีของ APHA, AWWA และ WPCF (1995)

3.5.3.6 ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus) ใช้วิธี Ascorbic Acid Method ตามวิธีของ APHA, AWWA และ WPCF (1995)

#### 4. วิธีการประเมินผล / สังเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของมวลชีวภาพหญ้าทะเล ดินตะกอน

4.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในแต่ละสถานี โดยใช้วิธีการทางสถิติด้วย One way ANOVA

4.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเลแต่ละชนิด โดยใช้วิธีการทางสถิติด้วย One way ANOVA

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

#### 1. ชนิดและมวลชีวภาพของหญ้าทะเลบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

##### 1.1 ชนิดของหญ้าทะเลที่พบบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

จากการศึกษาหญ้าทะเลบริเวณกูด พบหญ้าทะเลจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Cymodocea serrulata* (CS) *Halodule pinifolia* (HP) *Halodule uninervis* (HU) และ *Halophila ovalis* (HO) โดยแต่ละพื้นที่พบชนิดหญ้าทะเลแตกต่างกัน และหญ้าทะเลชนิดเด่น คือ *H. pinifolia* โดยบริเวณที่พบหญ้าทะเลปกคลุมทั้ง 4 ชนิด คือ บริเวณอ่าวกะลั่ง (ตารางที่ 4 - 1, ภาพที่ 4 - 1)

ตารางที่ 4 - 1 ชนิดของหญ้าทะเลที่พบบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

พื้นที่ทำการศึกษา	ชนิดหญ้าทะเล				จำนวนชนิด
	<i>C. serrulata</i>	<i>H. pinifolia</i>	<i>H. uninervis</i>	<i>H. ovalis</i>	
อ่าวกล้วย	-	√	-	-	1
อ่าวกะลั่ง	√	√	√	√	4
อ่าวคลองเจ้า	√	-	√	-	2
จำนวนสถานที่ที่พบ	2	2	2	1	



ภาพที่ 4 - 1 ชนิดของหญ้าทะเลที่พบบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

## 1.2 มวลชีวภาพของหญ้าทะเลบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

มวลชีวภาพเฉลี่ยของหญ้าทะเลโดยรวม เท่ากับ  $217.5 \pm 11.4$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร โดยบริเวณอ่าวกะลั่งมีมวลชีวภาพรวมสูงสุด เท่ากับ  $270.46 \pm 33.38$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร รองลงมาเป็นที่อ่าวคลองเจ้า และอ่าวกล้วย เท่ากับ  $241.60 \pm 15.50$  และ  $140.34 \pm 16.28$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4 - 2)

ตารางที่ 4 - 2 มวลชีวภาพของหญ้าทะเลบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

พื้นที่ทำการศึกษา	มวลชีวภาพหญ้าทะเล (กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร)		
	เหนือพื้นดิน	ใต้พื้นดิน	รวม
อ่าวกล้วย	$58.66 \pm 12.36$	$81.68 \pm 5.49$	$140.34 \pm 16.28^a$
อ่าวกะลั่ง	$111.63 \pm 10.06$	$158.83 \pm 9.41$	$270.46 \pm 33.38^c$
อ่าวคลองเจ้า	$131.76 \pm 1.30$	$109.84 \pm 8.85$	$241.60 \pm 15.50^b$
ค่าเฉลี่ย	<b><math>100.68 \pm 37.76</math></b>	<b><math>116.78 \pm 39.40</math></b>	

หมายเหตุ <sup>a, b</sup> ที่แสดงในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $p < 0.05$ )

อ่าวกล้วยพบหญ้าทะเลชนิด *H. pinifolia* เป็นชนิดเด่น มีมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $54.48 \pm 0.86$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $77.28 \pm 0.63$  กรัม น้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน คือ 0.81:1.23 (ตารางที่ 4 - 3)

อ่าวกะลั่งรายงานหญ้าทะเลชนิด *C. surculata* เป็นชนิดเด่น มีมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $98.85 \pm 1.31$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $101.76 \pm 0.52$  กรัม น้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน คือ 0.97:1.03 หญ้าทะเล *H. pinifolia* มีมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $58.96 \pm 0.13$  กรัม น้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $73.20 \pm 0.23$  กรัม น้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน คือ 0.81:1.24 หญ้าทะเลชนิด *H. uninervis* เป็นชนิดรอง มีมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $48.67 \pm 1.76$  กรัม น้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $72.59 \pm 0.27$  กรัม น้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน คือ 0.67:1.49 และหญ้าทะเลชนิด *H. ovalis* เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายน้อย มีมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $39.12 \pm 5.27$  กรัม น้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $52.56 \pm 2.85$  กรัม น้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน คือ 0.74:1.34 (ตารางที่ 4-3)

อ่าวคลองเจ้าพบหญ้าทะเลชนิด *C. serrulata* เป็นชนิดเด่น มีมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $96.00 \pm 0.03$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $104.08 \pm 1.10$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน คือ 0.92:1.08 และหญ้าทะเลชนิด *H. uninervis* เป็นชนิดเด่น มีมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $81.68 \pm 0.09$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $96.08 \pm 1.10$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน คือ 0.85:1.18 (ตารางที่ 4-3)

### 1.3 การปกคลุมพื้นที่ของหญ้าทะเล

การปกคลุมพื้นที่ของหญ้าทะเลโดยรวม มีค่าระหว่างร้อยละ 32.6 $\pm$ 4.6 - 51.3 $\pm$ 8.7 ระดับความสมบูรณ์อยู่ในระดับสมบูรณ์ดี พื้นที่ที่มีการปกคลุมพื้นที่ของหญ้าทะเลสูงสุด คือ บริเวณอ่าวกะลั่ง เท่ากับร้อยละ 51.3 $\pm$ 8.7 รองลงมา คือ อ่าวสลัด และอ่าวคลองเจ้า เท่ากับร้อยละ 43.7 $\pm$ 3.5 และ 41.4 $\pm$ 8.4 ตามลำดับ แต่ละสถานที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 4-4) ส่วนชนิดของหญ้าทะเลที่มีค่าเฉลี่ยร้อยละการปกคลุมพื้นที่โดยรวมมากที่สุด คือ *C. serrulata* เท่ากับร้อยละ 50.1 $\pm$ 8.5 รองลงมา คือ *H. pinifolia* และ *H. uninervis* เท่ากับร้อยละ 40.8 $\pm$ 10.0 และ 40.5 $\pm$ 10.5 ตามลำดับ หญ้าทะเลแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 4-4)

ตารางที่ 4 - 4 ร้อยละการปกคลุมพื้นที่ของหญ้าทะเลแต่ละชนิดบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

พื้นที่ทำการศึกษา	ร้อยละการปกคลุมพื้นที่ของหญ้าทะเล				ค่าเฉลี่ย
	<i>C. serrulata</i>	<i>H. pinifolia</i>	<i>H. uninervis</i>	<i>H. ovalis</i>	
อ่าวกล้วย	-	33.2 $\pm$ 1.8	-	-	33.2 $\pm$ 1.8 <sup>a</sup>
อ่าวกะลั่ง	59.7 $\pm$ 2.2	53.7 $\pm$ 9.1	52.6 $\pm$ 2.9	39.1 $\pm$ 5.3	51.3 $\pm$ 8.7 <sup>c</sup>
อ่าวคลองเจ้า	47.3 $\pm$ 3.5	-	35.5 $\pm$ 4.4	-	41.4 $\pm$ 8.4 <sup>b</sup>
ค่าเฉลี่ย	53.50 $\pm$ 8.7 <sup>3</sup>	43.45 $\pm$ 14.5 <sup>2</sup>	44.1 $\pm$ 12.1 <sup>2</sup>	39.1 $\pm$ 5.3 <sup>1</sup>	

หมายเหตุ <sup>a, b</sup> ที่แสดงในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $p < 0.05$ )

<sup>1,2</sup> ที่แสดงในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $p < 0.05$ )

ตารางที่ 4 – 3 มวลชีวภาพของหญ้าทะเลแต่ละชนิด บริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

พื้นที่ ทำการศึกษ	มวลชีวภาพหญ้าทะเล (กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร)											
	<i>C. serrulata</i>			<i>H. pinifolia</i>			<i>H. uninervis</i>			<i>H. ovalis</i>		
	เหนือพื้นดิน	ใต้พื้นดิน	อัตราส่วน เหนือพื้นดิน : ใต้พื้นดิน	เหนือพื้นดิน	ใต้พื้นดิน	อัตราส่วน เหนือพื้นดิน : ใต้พื้นดิน	เหนือพื้นดิน	ใต้พื้นดิน	อัตราส่วน เหนือพื้นดิน : ใต้พื้นดิน	เหนือพื้นดิน	ใต้พื้นดิน	อัตราส่วนเหนือ พื้นดิน : ใต้พื้นดิน
อ่าวกล้วย	-	-	-	54.48±0.86	77.28±0.63	0.71:1.42	-	-	-	-	-	-
อ่าวกะลั่ง	98.85±1.31	101.76±0.52	0.97:1.03	58.96±0.13	73.20±0.23	0.81:1.24	48.67±1.76	72.59±0.27	0.67:1.49	39.12±5.27	52.56±2.85	0.74:1.34
อ่าวคลองเจ้า	96.00±0.03	104.08±1.10	0.92:1.08	-	-	-	81.68±0.09	96.08±1.10	0.85:1.18	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	97.43±2.02	102.92±1.64	0.95:1.06	56.72±3.17	75.24±2.38	0.75:1.33	65.18±23.34	84.34±16.61	0.77:1.29	39.12±5.27	52.56±2.85	0.74:1.34

## 2. ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเลบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

### 2.1 ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเล

อ่าวกล้วยพบหญ้าทะเลชนิด *H. pinifolia* เป็นชนิดเด่น มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $24.10 \pm 2.94$  เปอร์เซ็นต์ และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $24.68 \pm 0.61$  เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4 – 5)

อ่าวกะลั่งพบหญ้าทะเลชนิด *C. surrulata* เป็นชนิดเด่น มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $27.12 \pm 2.04$  เปอร์เซ็นต์ และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $23.06 \pm 6.83$  เปอร์เซ็นต์ หญ้าทะเลชนิด *H. pinifolia* เป็นชนิดเด่น มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $25.58 \pm 1.94$  เปอร์เซ็นต์ และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $24.66 \pm 0.77$  เปอร์เซ็นต์ หญ้าทะเลชนิด *H. uninervis* เป็นชนิดรอง มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $26.03 \pm 2.98$  เปอร์เซ็นต์ และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $20.12 \pm 3.94$  เปอร์เซ็นต์ หญ้าทะเลชนิด *H. ovalis* เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายน้อย มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $20.50 \pm 1.91$  เปอร์เซ็นต์ และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $22.87 \pm 1.79$  เปอร์เซ็นต์ และหญ้าทะเลผสมระหว่าง *C. surrulata* กับ *H. pinifolia* มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $29.07 \pm 1.90$  เปอร์เซ็นต์ และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $23.79 \pm 5.54$  เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4 – 5)

อ่าวคลองเจ้าพบหญ้าทะเลชนิด *C. surrulata* เป็นชนิดเด่น มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $22.71 \pm 1.68$  เปอร์เซ็นต์ และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $20.15 \pm 2.68$  เปอร์เซ็นต์ หญ้าทะเลชนิด *H. uninervis* เป็นชนิดเด่น มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $21.76 \pm 2.94$  เปอร์เซ็นต์ และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $18.99 \pm 3.24$  เปอร์เซ็นต์ และหญ้าทะเลผสมระหว่าง *C. surrulata* กับ *H. uninervis* มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $22.93 \pm 2.54$  เปอร์เซ็นต์ และส่วนใต้พื้นดิน เท่ากับ  $19.46 \pm 1.44$  เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4 – 5)

### 2.2 ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอน

อ่าวกล้วยพบหญ้าทะเลชนิด *H. pinifolia* เป็นชนิดเด่น มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่ระดับความลึก 0–5 เซนติเมตร เท่ากับ  $7.45 \pm 0.28$  เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 5–10 เซนติเมตร เท่ากับ  $5.12 \pm 0.79$  เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความลึก 10–15 เซนติเมตร เท่ากับ  $3.34 \pm 1.63$  เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4 – 6)

อ่าวกะลั่งพบหญ้าทะเลชนิด *C. surrulata* เป็นชนิดเด่น มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่ระดับความลึก 0–5 เซนติเมตร เท่ากับ  $6.21 \pm 0.51$  เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 5–10 เซนติเมตร เท่ากับ  $5.68 \pm 0.40$  เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความลึก 10–15 เซนติเมตร เท่ากับ  $5.35 \pm 0.40$  เปอร์เซ็นต์ หญ้าทะเล ชนิด *H. pinifolia* เป็นชนิดเด่น มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่ระดับความลึก 0–



5 เซนติเมตร เท่ากับ  $5.10 \pm 0.79$  เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 5–10 เซนติเมตร เท่ากับ  $9.27 \pm 0.13$  เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความลึก 10–15 เซนติเมตร เท่ากับ  $3.34 \pm 1.60$  เปอร์เซ็นต์ กล้วยาทะเลชนิด *H. uninervis* เป็นชนิดรอง มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่ระดับความลึก 0–5 เซนติเมตร เท่ากับ  $5.23 \pm 0.48$  เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 5–10 เซนติเมตร เท่ากับ  $8.93 \pm 0.15$  เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความลึก 10–15 เซนติเมตร เท่ากับ  $5.05 \pm 0.64$  เปอร์เซ็นต์ กล้วยาทะเล ชนิด *H. ovalis* เป็นชนิดที่พบแพร่กระจายน้อย มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่ระดับความลึก 0–5 เซนติเมตร เท่ากับ  $5.42 \pm 0.54$  เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 5–10 เซนติเมตร เท่ากับ  $8.45 \pm 0.69$  เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความลึก 10–15 เซนติเมตร เท่ากับ  $4.16 \pm 1.12$  เปอร์เซ็นต์ และกล้วยาทะเลผสมระหว่าง *C. surrulata* กับ *H. pinifolia* มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่ระดับความลึก 0–5 เซนติเมตร เท่ากับ  $9.04 \pm 0.47$  เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 5–10 เซนติเมตร เท่ากับ  $8.27 \pm 0.13$  เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความลึก 10–15 เซนติเมตร เท่ากับ  $6.34 \pm 1.60$  เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4 – 6)

อ่าวคลองเจ้าพบกล้วยาทะเลชนิด *C. surrulata* เป็นชนิดเด่น มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่ระดับความลึก 0–5 เซนติเมตร เท่ากับ  $6.24 \pm 0.77$  เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 5–10 เซนติเมตร เท่ากับ  $10.19 \pm 0.44$  เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความลึก 10–15 เซนติเมตร เท่ากับ  $8.45 \pm 0.69$  เปอร์เซ็นต์ กล้วยาทะเลชนิด *H. uninervis* เป็นชนิดเด่น มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่ระดับความลึก 0–5 เซนติเมตร เท่ากับ  $5.50 \pm 0.52$  เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 5–10 เซนติเมตร เท่ากับ  $8.33 \pm 0.49$  เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความลึก 10–15 เซนติเมตร เท่ากับ  $4.44 \pm 1.00$  เปอร์เซ็นต์ และกล้วยาทะเลผสมระหว่าง *C. surrulata* กับ *H. uninervis* มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ที่ระดับความลึก 0–5 เซนติเมตร เท่ากับ  $8.93 \pm 0.15$  เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 5–10 เซนติเมตร เท่ากับ  $9.99 \pm 0.73$  เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความลึก 10–15 เซนติเมตร เท่ากับ  $7.34 \pm 0.49$  เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4 – 6)

ตารางที่ 4 – 5 ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเลแต่ละชนิด บริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

พื้นที่ทำการศึกษ	ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเล (เปอร์เซ็นต์)									
	<i>C. serrulata</i>		<i>H. pinifolia</i>		<i>H. uninervis</i>		<i>H. ovalis</i>		ชนิดหญ้าผสม	
	เหนือพื้นดิน	ใต้พื้นดิน	เหนือพื้นดิน	ใต้พื้นดิน	เหนือพื้นดิน	ใต้พื้นดิน	เหนือพื้นดิน	ใต้พื้นดิน	เหนือพื้นดิน	ใต้พื้นดิน
อ่าวกล้วย	-	-	24.10±2.94	24.68±0.61	-	-	-	-	-	-
อ่าวกะลั่ง	27.12 ± 2.04	23.06 ± 6.83	25.58 ± 1.94	24.66 ± 0.77	26.03 ± 2.98	20.12 ± 3.94	20.50± 1.91	22.87 ± 1.79	29.07 ± 1.90	23.79 ± 5.54
อ่าวคลองเจ้า	22.71 ± 1.68	20.15 ± 2.68	-	-	21.76 ± 2.94	18.99 ± 3.24	-	-	22.93 ± 2.54	19.46 ± 1.44
ค่าเฉลี่ย	24.32±2.44 <sup>a</sup>	22.84±2.59 <sup>a</sup>	23.14±2.13 <sup>a</sup>	18.19±5.63 <sup>a</sup>	25.74±3.86 <sup>a</sup>	19.28±0.74 <sup>a</sup>	20.50± 1.91 <sup>a</sup>	22.87±1.79 <sup>a</sup>	25.59±3.15 <sup>a</sup>	20.36±3.08 <sup>a</sup>

หมายเหตุ <sup>a, b</sup> ที่แสดงในคอลัมน์ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ส่วนมวลชีวภาพเหนือดิน และใต้พื้นดิน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $p < 0.05$ )

ตารางที่ 4 – 6 ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอน บริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

พื้นที่ทำการศึกษ	ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอน (เปอร์เซ็นต์)														
	<i>C. serrulata</i>			<i>H. pinifolia</i>			<i>H. uninervis</i>			<i>H. ovalis</i>			ชนิดหญ้าผสม		
	0-5 cm.	5-10 cm.	10-15 cm.	0-5 cm.	5-10 cm.	10-15 cm.	0-5 cm.	5-10 cm.	10-15 cm.	0-5 cm.	5-10 cm.	10-15 cm.	0-5 cm.	5-10 cm.	10-15 cm.
อ่าวกล้วย	-	-	-	7.45±0.28	5.12±0.79	3.34±1.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อ่าวกะลั่ง	6.21±0.51	5.68±0.40	5.35±0.40	5.10±0.79	9.27±0.13	3.34±1.60	5.23±0.48	8.93±0.15	5.05±0.64	5.42±0.54	8.45±0.69	4.16±1.12	9.04±0.47	8.27±0.13	6.34±1.60
อ่าวคลองเจ้า	6.24±0.77	10.19±0.44	8.45±0.69	-	-	-	5.50±0.52	8.33±0.49	4.44±1.00	-	-	-	8.93±0.15	9.99±0.73	7.34±0.49
ค่าเฉลี่ย	7.38±2.0 <sup>a</sup>	6.77±3.0 <sup>a</sup>	6.2±1.95 <sup>a</sup>	7.3±2.2 <sup>a</sup>	6.9±2.14 <sup>a</sup>	4.35±1.4 <sup>b</sup>	6.6±2.17 <sup>a</sup>	7.7±1.63 <sup>a</sup>	4.5±0.53 <sup>b</sup>	5.4±0.5 <sup>b</sup>	8.4±0.7 <sup>a</sup>	4.1±1.1 <sup>b</sup>	7.82±2.0 <sup>a</sup>	9.5±1.08 <sup>b</sup>	7.3±0.97 <sup>a</sup>

หมายเหตุ <sup>a, b</sup> ที่แสดงในคอลัมน์หญ้าทะเลแต่ละชนิด แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $p < 0.05$ )

### 3. คุณสมบัติของน้ำบางประการบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

#### 3.1 คุณภาพน้ำทะเล

คุณภาพน้ำทะเลบริเวณเกาะกูดตลอดการศึกษามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ  $31.67 \pm 0.30$  องศาเซลเซียส ความเค็มเฉลี่ย เท่ากับ  $30.96 \pm 0.43$  psu ปริมาณพีเอชในน้ำเฉลี่ย เท่ากับ  $8.12 \pm 0.22$  ความโปร่งแสงของน้ำเฉลี่ย เท่ากับ 100 เซนติเมตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย เท่ากับ  $8.60 \pm 0.27$  มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำเฉลี่ย เท่ากับ  $1.61 \pm 0.59$  มิลลิกรัมต่อลิตร และ ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำเฉลี่ย เท่ากับ  $58.20 \pm 12.12$  มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4-7)

อ่าวกล้วยมีค่าอุณหภูมิ เท่ากับ  $31.73 \pm 0.10$  องศาเซลเซียส ความเค็ม เท่ากับ  $30.79 \pm 0.04$  psu ปริมาณพีเอชในน้ำ เท่ากับ  $8.13 \pm 0.01$  ความโปร่งแสงของน้ำ เท่ากับ 100 เซนติเมตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เท่ากับ  $8.33 \pm 0.21$  มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำ เท่ากับ  $2.14 \pm 0.06$  มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ เท่ากับ  $70.40 \pm 0.08$  มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4-7)

อ่าวกะลังมีค่าอุณหภูมิ เท่ากับ  $32.13 \pm 0.02$  องศาเซลเซียส ความเค็ม เท่ากับ  $30.28 \pm 0.06$  psu ปริมาณพีเอชในน้ำ เท่ากับ  $8.10 \pm 0.01$  ความโปร่งแสงของน้ำ เท่ากับ 100 เซนติเมตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เท่ากับ  $8.87 \pm 0.41$  มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำ เท่ากับ  $1.07 \pm 0.02$  มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ เท่ากับ  $54.40 \pm 0.04$  มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4-7)

อ่าวคลองเจ้ามีค่าอุณหภูมิ เท่ากับ  $31.28 \pm 0.37$  องศาเซลเซียส ความเค็ม เท่ากับ  $31.53 \pm 0.38$  psu ปริมาณพีเอชในน้ำ เท่ากับ  $8.13 \pm 0.01$  ความโปร่งแสงของน้ำ เท่ากับ 100 เซนติเมตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เท่ากับ  $8.59 \pm 0.51$  มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำ เท่ากับ  $2.14 \pm 0.06$  มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ เท่ากับ  $44.80 \pm 0.05$  มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4-7)

#### 3.2 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำทะเล

ปริมาณธาตุอาหารในน้ำทะเลบริเวณเกาะกูดตลอดการศึกษามีค่าปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ย เท่ากับ  $5.31 \pm 0.21$  ไมโครโมลาร์ ปริมาณไนไตรท์เฉลี่ย เท่ากับ  $0.62 \pm 0.05$  ไมโครโมลาร์ ปริมาณไนเตรทเฉลี่ย เท่ากับ  $2.42 \pm 0.38$  ไมโครโมลาร์ และปริมาณออกซิฟอสเฟตเฉลี่ย เท่ากับ  $28.74 \pm 0.12$  ไมโครโมลาร์ (ตารางที่ 4 - 7)

อ่าวกล้วยมีปริมาณแอมโมเนีย เท่ากับ  $5.55 \pm 0.06$  ไมโครโมลาร์ ปริมาณไนไตรท์ เท่ากับ  $0.68 \pm 0.01$  ไมโครโมลาร์ ปริมาณไนเตรท  $2.14 \pm 0.06$  ไมโครโมลาร์ และปริมาณออกซิฟอสเฟต  $28.87 \pm 0.01$  ไมโครโมลาร์ (ตารางที่ 4-7)

อ่าวกะล้งมีปริมาณแอมโมเนีย เท่ากับ  $5.14 \pm 0.02$  ไมโครโมลาร์ ปริมาณไนโตรท์ เท่ากับ  $0.61 \pm 0.07$  ไมโครโมลาร์ ปริมาณไนเตรท  $2.85 \pm 0.05$  ไมโครโมลาร์ และปริมาณออร์โธฟอสเฟต  $28.67 \pm 0.01$  ไมโครโมลาร์ (ตารางที่ 4-7)

อ่าวคลองเจ้ามีปริมาณแอมโมเนีย เท่ากับ  $5.24 \pm 0.06$  ไมโครโมลาร์ ปริมาณไนโตรท์ เท่ากับ  $0.58 \pm 0.06$  ไมโครโมลาร์ ปริมาณไนเตรท  $2.26 \pm 0.03$  ไมโครโมลาร์ และปริมาณออร์โธฟอสเฟต  $28.67 \pm 0.01$  ไมโครโมลาร์ (ตารางที่ 4-7)

#### 4. คุณสมบัติของดินบางประการบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

##### 4.1 ปริมาณน้ำในดินและปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน

ปริมาณน้ำในดินบริเวณเกาะกูดตลอดการศึกษามีค่าเฉลี่ย เท่ากับ  $33.40 \pm 3.29$  เปอร์เซ็นต์ และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินบริเวณเกาะกูดตลอดการศึกษามีค่าเฉลี่ย เท่ากับ  $10.40 \pm 1.60$  เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4-8)

อ่าวกล้วยมีปริมาณน้ำในดิน เท่ากับ  $31.61 \pm 0.05$  เปอร์เซ็นต์ และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน เท่ากับ  $9.34 \pm 1.99$  เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4-8)

อ่าวกะล้งมีปริมาณน้ำในดิน เท่ากับ  $31.39 \pm 0.02$  เปอร์เซ็นต์ และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน เท่ากับ  $12.24 \pm 0.06$  เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4-8)

อ่าวคลองเจ้ามีปริมาณน้ำในดิน เท่ากับ  $37.19 \pm 0.16$  เปอร์เซ็นต์ และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน เท่ากับ  $9.61 \pm 0.24$  เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4-8)

##### 4.2 ปริมาณธาตุอาหารในดิน

ปริมาณธาตุอาหารในดินบริเวณเกาะกูดตลอดการศึกษามีค่าปริมาณแอมโมเนียในดินเฉลี่ย เท่ากับ  $228.82 \pm 56.32$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ปริมาณไนโตรท์ในดินเฉลี่ย เท่ากับ  $21.18 \pm 0.94$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ปริมาณไนเตรทในดินเฉลี่ย เท่ากับ  $93.27 \pm 13.34$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง และปริมาณออร์โธฟอสเฟตในดินเฉลี่ย เท่ากับ  $9.58 \pm 4.23$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง (ตารางที่ 4 - 8)

อ่าวกล้วยมีปริมาณแอมโมเนียในดิน เท่ากับ  $198.65 \pm 0.06$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ปริมาณไนโตรท์ในดิน เท่ากับ  $20.47 \pm 0.01$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ปริมาณไนเตรทในดิน เท่ากับ  $104.70 \pm 0.06$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง และปริมาณออร์โธฟอสเฟตในดิน เท่ากับ  $13.80 \pm 0.01$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง (ตารางที่ 4-8)

อ่าวกะล้งมีปริมาณแอมโมเนียในดิน เท่ากับ  $194.02 \pm 0.02$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ปริมาณไนโตรท์ในดิน เท่ากับ  $22.25 \pm 0.07$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ปริมาณไนเตรทใน

ดิน เท่ากับ  $96.51 \pm 0.05$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง และปริมาณออร์โธฟอสเฟตในดิน เท่ากับ  $9.61 \pm 0.01$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง (ตารางที่ 4-8)

อ่าวคลองเจ้ามีปริมาณแอมโมเนียในดิน เท่ากับ  $293.80 \pm 0.06$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ปริมาณไนโตรเจนในดิน เท่ากับ  $20.82 \pm 0.06$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ปริมาณไนเตรทในดิน เท่ากับ  $78.61 \pm 0.03$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง และปริมาณออร์โธฟอสเฟตในดิน เท่ากับ  $5.34 \pm 0.01$  ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง (ตารางที่ 4-8)

ตารางที่ 4 – 7 คุณสมบัติของน้ำบางประการบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

พื้นที่ทำการศึกษา	คุณภาพน้ำทะเล					ปริมาณธาตุอาหารในน้ำ (ไมโครโมลาร์)					
	อุณหภูมิ (°C)	ความเค็ม (psu)	พีเอช	ความโปร่งแสง ของน้ำ (cm.)	ปริมาณออกซิเจน ที่ละลายในน้ำ (mg/l)	คลอโรฟิลล์ เอ (mg/l)	ตะกอนแขวนลอย (mg/l)	แอมโมเนีย	ไนโตรท์	ไนเตรท	ออโรพอสเฟต
อ่าวกล้วย	31.73 ± 0.10	30.79 ± 0.04	8.13 ± 0.01	100	8.33 ± 0.21	2.14 ± 0.06	70.40 ± 0.08	5.55 ± 0.06	0.68 ± 0.01	2.14 ± 0.06	28.87 ± 0.01
อ่าวกะลั้ง	32.13 ± 0.02	30.28 ± 0.06	8.10 ± 0.01	100	8.87 ± 0.41	1.07 ± 0.02	54.40 ± 0.04	5.14 ± 0.02	0.61 ± 0.07	2.85 ± 0.05	28.67 ± 0.01
อ่าวคลองเจ้า	31.28 ± 0.37	31.53 ± 0.38	8.13 ± 0.01	100	8.59 ± 0.51	2.14 ± 0.06	44.80 ± 0.05	5.24 ± 0.06	0.58 ± 0.06	2.26 ± 0.03	28.67 ± 0.01
ค่าเฉลี่ย	31.71 ± 0.43	30.87 ± 0.63	8.12 ± 0.22	100	8.60 ± 0.27	1.78 ± 0.62	56.53 ± 12.93	5.31 ± 0.21	0.62 ± 0.05	2.42 ± 0.38	28.74 ± 0.12

ตารางที่ 4 – 8 คุณสมบัติของดินบางประการบริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

พื้นที่ทำการศึกษา	คุณภาพของดิน (เปอร์เซ็นต์)		ปริมาณธาตุอาหารในดิน (ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง)			
	ปริมาณน้ำในดิน	ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน	แอมโมเนีย	ไนโตรท์	ไนเตรท	ออโรพอสเฟต
อ่าวกล้วย	31.61 ± 0.05	9.34 ± 1.99	198.65 ± 0.06	20.47 ± 0.01	104.70 ± 0.06	13.80 ± 0.01
อ่าวกะลั้ง	31.39 ± 0.02	12.24 ± 0.06	194.02 ± 0.02	22.25 ± 0.07	96.51 ± 0.05	9.61 ± 0.01
อ่าวคลองเจ้า	37.19 ± 0.16	9.61 ± 0.24	293.80 ± 0.06	20.82 ± 0.06	78.61 ± 0.03	5.34 ± 0.01
ค่าเฉลี่ย	33.40 ± 3.29	10.40 ± 1.60	228.82 ± 56.32	21.18 ± 0.94	93.27 ± 13.34	9.85 ± 4.23

### 4.3 องค์ประกอบของดินตะกอน

องค์ประกอบของดินตะกอนบริเวณเกาะกูดมีค่าเฉลี่ยของทั้งพื้นที่ ระหว่าง  $1.70 \pm 1.18 - 80.90 \pm 18.81$  เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วยขนาดทรายแป้ง (silt) ( $0.0039 - 0.0625$  มิลลิเมตร) เท่ากับ  $80.90 \pm 18.81$  เปอร์เซ็นต์ โคลน (clay) ( $<0.0039$  มิลลิเมตร) เท่ากับ  $5.72 \pm 8.17$  เปอร์เซ็นต์ ขนาดทรายละเอียดมาก (very fine sand) ( $0.0625 - 0.125$  มิลลิเมตร) เท่ากับ  $5.55 \pm 4.88$  เปอร์เซ็นต์ ขนาดทรายละเอียด (fine sand) ( $0.125 - 0.25$  มิลลิเมตร) เท่ากับ  $3.77 \pm 3.28$  เปอร์เซ็นต์ ขนาดทราย (medium sand) ( $0.25 - 0.5$  มิลลิเมตร) เท่ากับ  $2.36 \pm 1.97$  เปอร์เซ็นต์ และขนาดทรายหยาบ (coarse sand) เท่ากับ  $1.70 \pm 1.18$  เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4-9)

อ่าวกล้วยพบทรายแป้งมากที่สุด เท่ากับ  $60.20 \pm 0.60$  เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นโคลน ทรายละเอียดมาก ทรายละเอียด ทราย และทรายหยาบ เท่ากับ  $14.14 \pm 0.50$   $10.88 \pm 0.89$   $7.07 \pm 0.79$   $4.18 \pm 0.68$  และ  $2.53 \pm 0.58$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4-9)

อ่าวกะลั่งพบทรายแป้งมากที่สุด เท่ากับ  $96.93 \pm 0.25$  เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นทราย ละเอียดมาก โคลน ทรายละเอียด ทรายหยาบ และทราย เท่ากับ  $1.40 \pm 0.78$   $0.54 \pm 0.20$   $0.51 \pm 0.17$   $0.35 \pm 0.18$  และ  $0.27 \pm 0.15$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4-9)

อ่าวคลองเจ้าพบทรายแป้งมากที่สุด เท่ากับ  $85.57 \pm 0.22$  เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็น ทรายละเอียดมาก ทรายละเอียด ทราย ทรายหยาบ และโคลน เท่ากับ  $4.37 \pm 0.62$   $3.72 \pm 0.26$   $2.64 \pm 0.66$   $2.23 \pm 0.28$  และ  $1.47 \pm 0.17$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4-9)

ตารางที่ 4 - 9 ขนาดดินตะกอน บริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด

ขนาดดินตะกอน (เปอร์เซ็นต์)	พื้นที่ทำการศึกษา			ค่าเฉลี่ย
	อ่าวกล้วย	อ่าวกะลั่ง	อ่าวคลองเจ้า	
ทรายหยาบ (coarse sand)	$2.53 \pm 0.58$	$0.35 \pm 0.18$	$2.23 \pm 0.28$	<b><math>1.70 \pm 1.18</math></b>
ทราย (medium sand)	$4.18 \pm 0.68$	$0.27 \pm 0.15$	$2.64 \pm 0.66$	<b><math>2.36 \pm 1.97</math></b>
ทรายละเอียด (fine sand)	$7.07 \pm 0.79$	$0.51 \pm 0.17$	$3.72 \pm 0.26$	<b><math>3.77 \pm 3.28</math></b>
ทรายละเอียดมาก (very fine sand)	$10.88 \pm 0.89$	$1.40 \pm 0.78$	$4.37 \pm 0.62$	<b><math>5.55 \pm 4.88</math></b>
ขนาดทรายแป้ง (silt)	$60.20 \pm 0.60$	$96.93 \pm 0.25$	$85.57 \pm 0.22$	<b><math>80.90 \pm 18.81</math></b>
โคลน (clay)	$15.14 \pm 0.50$	$0.54 \pm 0.20$	$1.47 \pm 0.17$	<b><math>5.72 \pm 8.17</math></b>

## บทที่ 5

### อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า *C. serrulata* เป็นหญ้าทะเลชนิดเด่นที่พบในพื้นที่เกาะกูด และมักพบเจริญเติบโตร่วมกับ *H. pinifolia* มวลชีวภาพโดยรวมของพื้นที่มีค่าเฉลี่ย  $217.5 \pm 11.4$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร โดยพบที่อ่าวกะลั้งมีมวลชีวภาพสูงสุด  $270.46 \pm 33.38$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร พบจำนวนหญ้าทะเลมากที่สุดถึง 4 ชนิดและมีร้อยละการปกคลุมพื้นที่ของหญ้าทะเลมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ  $51.3 \pm 8.7$  ซึ่งถือวาระดับความสมบูรณ์อยู่ในระดับสมบูรณ์ดี ในแต่ละพื้นที่พบหญ้าทะเลชนิดเด่นไม่เหมือนกัน (ภาพที่ 5-1)

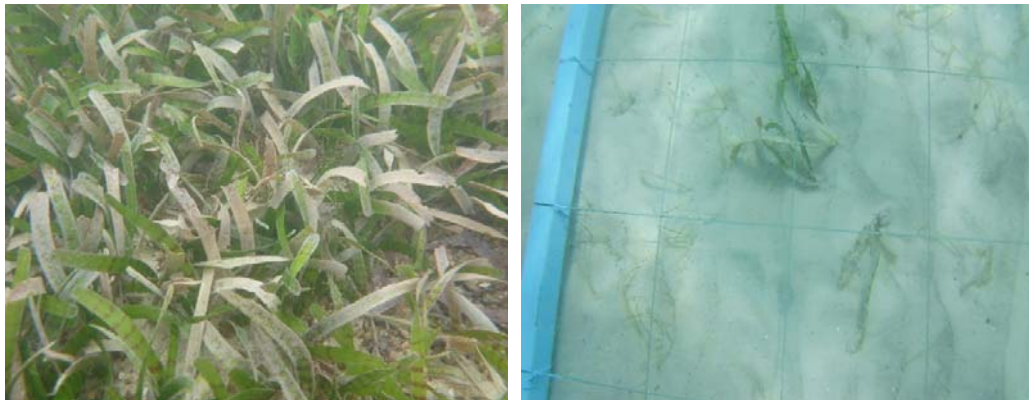
อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดินของหญ้าทะเลทั้ง 4 ชนิดที่พบในแต่ละพื้นที่มีค่าไม่แตกต่างกัน หญ้าทะเลชนิด *C. serrulata* มีสัดส่วนระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดินมีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่ *H. pinifolia* และ *H. uninervis* มีมวลชีวภาพส่วนใต้พื้นดินมากกว่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67:1.49 ถึง 0.85:1.18 ในขณะที่ *H. ovalis* เป็นหญ้าทะเลที่มีขนาดเล็ก ใบอวบน้ำมีอัตราส่วนมวลชีวภาพระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน คือ 0.74:1.34 ซึ่งน้อยกว่าหญ้าทะเลชนิดอื่น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของกัลยรัตน์ จันทรสิงขร (2561) และณัฐวดี บันตวิวัฒน์กุล และคณะ (2561) ที่รายงานไว้ว่า หญ้าทะเลชนิด *H. pinifolia* ซึ่งเป็นหญ้าทะเลในสกุลเดียวกัน *H. uninervis* มีมวลชีวภาพส่วนใต้พื้นดินมากกว่าส่วนเหนือพื้นดิน เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในส่วนเหนือดินและใต้ดินของหญ้าทะเลที่พบในการศึกษาครั้งนี้ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p > 0.05$ ) ซึ่งไม่สอดคล้องกับที่ Stankovic et al. (2017) และ ณัฐวดี บันตวิวัฒน์กุล และคณะ (2561) ที่ได้กล่าวไว้ว่า ในหญ้าทะเลที่มีขนาดใหญ่จะมีปริมาณคาร์บอนในเนื้อเยื่อส่วนใต้ดินมากกว่าส่วนเหนือพื้นดิน และที่ระดับความลึกตามลำต้นใต้ดิน

เมื่อการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเลพบว่า บริเวณอ่าวกะลั้งที่มีการผสมของแนวหญ้าทะเลหลายชนิดจะมีค่าเฉลี่ยของคาร์บอนอินทรีย์ในต้นหญ้าทะเลมากกว่า มีค่าเฉลี่ย  $26.43 \pm 3.7$  เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อ่าวกล้วย และอ่าวคลองเจ้ามีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์เฉลี่ย  $24.0 \pm 0.4$  เปอร์เซ็นต์ และ  $21.2 \pm 2.5$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ถึงแม้ว่าบริเวณอ่าวกล้วยจะพบหญ้าทะเลเพียงชนิดเดียว คือ *H. pinifolia* และมีมวลชีวภาพเฉลี่ยเพียง  $140.34 \pm 16.28$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร แต่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์มากกว่าสถานีโอ่าวคลองเจ้าที่มีมวลชีวภาพ และชนิดของหญ้าทะเลมากกว่า เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนอินทรีย์กับมวลชีวภาพของ



หญ้าทะเล พบว่ามวลชีวภาพส่วนใต้พื้นดินมีความสัมพันธ์ทิศทางเดียวกับปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเล แสดงให้เห็นว่า มวลชีวภาพส่วนใต้พื้นดินส่งผลต่อปริมาณคาร์บอนอินทรีย์เฉลี่ยในดิน

Novak และคณะ (2020) รายงานว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเล ได้แก่ องค์ประกอบของชนิดหญ้าทะเล สัณฐานวิทยาของหญ้าทะเล (Lavery et al. 2013; Gillis et al. 2017) ความซับซ้อนของชนิดในพื้นที่หญ้าทะเล (Jankowska et al. 2016) และแหล่งกำเนิดของคาร์บอน (Mazarrasa et al. 2017) ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอนในแนวหญ้าทะเลแต่ละชนิด พบว่าการสะสมของคาร์บอนอินทรีย์จะสัมพันธ์กับลำต้นใต้ดินของหญ้าทะเลชนิดนั้น ๆ หญ้าทะเลชนิด *C. serrulata* ซึ่งเป็นหญ้าทะเลขนาดกลางจะพบการสะสมในดินตะกอนระดับความลึก 5–10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระดับความลึกที่พบลำต้นใต้ดินจำนวนมาก ในขณะที่ *H. pinifolia* *H. uninervis* และ *H. ovalis* เป็นหญ้าทะเลขนาดเล็ก มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สะสมที่ระดับความลึก 5–10 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ กัลยรัตน์ จันทรสิงขร (2561) และ Stankovic et al. (2017) ที่รายงานไว้ว่าปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอนยังมีความแตกต่างกันตามระดับความลึก จะเห็นได้ว่าที่ระดับความลึก 0-3 เซนติเมตร มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์มากกว่าในพื้นที่ที่ระดับความลึก 3-6 เซนติเมตร ซึ่งเป็นส่วนที่มีไรโซมของหญ้าทะเลหนาแน่นจึงทำให้เกิดการสะสมคาร์บอนอินทรีย์มากกว่าในระดับความลึกอื่น ซึ่งอาจจะเกิดจากการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลที่มีลำต้นใต้ดินสานกันเป็นพื้นที่กว้าง และสามารถตรึงคาร์บอนอินทรีย์ลงไปใต้ดินได้ คาร์บอนอินทรีย์ที่สะสมอยู่ที่ไรโซมในรูปของคาร์โบไฮเดรตถูกปลดปล่อยในดินตะกอน และถูกใช้ประโยชน์โดยแบคทีเรีย คาร์บอนอินทรีย์ที่สะสม (carbon stock) จะอยู่ในดินตะกอนในชั้นที่ลึกลงไป ซึ่งเป็นระดับความลึกที่ขาดออกซิเจนที่ถูกใช้ในการระบวมการย่อยสลายของแบคทีเรียในดิน ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายให้เกิดเป็นสารอนินทรีย์ (mineralization) เป็นไปอย่างช้า ๆ (ณัฐดี บันติวิวัฒน์กุล และคณะ, 2561) Novak และคณะ (2020) กล่าวว่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีผลต่อการสะสมปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในระยะสั้น ซึ่งมวลชีวภาพส่วนเหนือดินคือ ใบหญ้าทะเลอาจจะหลุดออกจากลำต้นจากสภาวะแวดล้อม หรือการกัดกินของสิ่งมีชีวิต ในขณะที่ดินตะกอนจะมีบทบาทต่อการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในระยะยาว และคาร์บอนอินทรีย์ในดินจะไม่เปลี่ยนสภาพเพื่อเมื่ออยู่ในสภาพที่ไร้ออกซิเจน (anoxic) นอกจากนี้ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในแนวหญ้าทะเลจะมีความสัมพันธ์กับทรายละเอียด (fine sediments) ซึ่งเป็นชนิดของดินที่มีช่องว่างระหว่างเม็ดดินมาก มีความหนาแน่นต่ำ และมีพื้นที่ผิวมาก (Röhr et al. 2016) แต่การศึกษาครั้งนี้พบว่าองค์ประกอบของดินตะกอนเป็น ทรายแป้ง (silt) ซึ่งมีขนาดอนุภาค 0.0039 - 0.0625 มิลลิเมตร มากถึง 80.90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจจะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์เป็นไปได้ยาก เพราะทรายแป้งฟุ้งกระจายได้ง่ายเมื่อเจอสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม



ภาพที่ 5-1 แนวหญ้าทะเล *C. serrulata* และ การขึ้นผสมกันระหว่างหญ้าทะเล *C. serrulata* และ *H. pinifolia*

#### สรุปผลการศึกษา

พบหญ้าทะเล 4 ชนิด ได้แก่ *C. serrulata* *H. pinifolia* *H. uninervis* และ *H. ovalis* มีมวลชีวภาพเฉลี่ย  $217.5 \pm 11.4$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร โดยพบที่อ่าวกะลังมีมวลชีวภาพสูงสุด  $270.46 \pm 33.38$  กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร พบจำนวนหญ้าทะเลมากที่สุดถึง 4 ชนิดและมีร้อยละการปกคลุมพื้นที่ของหญ้าทะเลมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ  $51.3 \pm 8.7$  ซึ่งถือว่าระดับความสมบูรณ์อยู่ในระดับสมบูรณ์ดี แนวหญ้าทะเลแบบผสมมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สูงกว่าแนวหญ้าทะเลที่มีเพียงชนิดเดียว และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับมวลชีวภาพส่วนใต้ดิน การสะสมปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอนที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตรทั้งในแนวหญ้าทะเลขนาดกลางและขนาดเล็ก ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอน การศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในมวลชีวภาพเหนือดิน และมวลชีวภาพใต้ดินของหญ้าทะเลขนาดกลางและขนาดเล็กไม่แตกต่างกัน

## บรรณานุกรม

- กาญจนภาชน์ ลีวมนอมนต์, สุจินต์ ดีแท้ และวิทยา ศรีมโนภาษ. (2534). *อนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาในประเทศไทย*. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กาญจนภาชน์ ลีวมนอมนต์ (2550). จากวันนั้นถึงวันนี้... 6 ปีที่ผ่านมา ใน *มุสดี ปริยานนท์ (บรรณาธิการ) หนังสือจากยอดเขาถึงใต้ทะเล ๒ สรรพสิ่งลวนพันเกี่ยว.. สู่ .. ประโยชน์แท้แก่มหาชน* กรุงเทพฯ: โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี.
- กามารูติน จันท์สนิท. (2558). ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปกคลุมต่อมวลชีวภาพ ปริมาณคาร์บอน และความหนาแน่นของหญ้าทะเล. ใน *การสัมมนาวิชาการ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ประจำปี 2558* วันที่ 2-5 สิงหาคม พ.ศ.2558. สระแก้ว: โรงแรมอินโดจีน.
- จิตติมา อายุตตะกะ. 2538. *ประชาคมหญ้าทะเล*. เอกสารประกอบการสอนวิชา 255596 ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: ฝ่ายการพิมพ์ กองแผนที่และการพิมพ์.
- จิตรา ตีระเมธี, จริยวดี สุริยพันธุ์, สุนันท์ ภัทรจินดา, ธนิต งามการ, เกษราภรณ์ โมทะกุล, โสภาวดี เมืองฮาม, กัลยรัตน์ จันท์สิงขร, พุกษามาศ อินทร์รักษา, เทวฤทธิ์ แก้วไทรอินทร์, จิรายุทธ นวลไธสง และรณกร แผงเวียง. (2562). *องค์ประกอบชนิดและความชุกชุมของแพลงก์ตอนทะเล คุณภาพน้ำ ดินต่อมวลชีวภาพ และการแพร่กระจายของหญ้าทะเล บริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด*. รายงานการวิจัยโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี กองทัพเรือ.
- ชัชรี สุพันธุ์วณิช. (2549). *สัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาหญ้าทะเล*. เอกสารคำสอนวิชาสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาหญ้าทะเล (252523) ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: ฝ่ายการพิมพ์ กองแผนที่และการพิมพ์.

ณัฐวดี บันตวิวัฒน์กุล, สมพงค์ บันตวิวัฒน์กุล และทิพามาศ อุปน้อย. (2561). การกักเก็บคาร์บอนของหญ้าทะเลบริเวณฝั่งจังหวัดชุมพรและสุราษฎร์ธานี. น. 653-665 ใน *การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 6*, วันที่ 18 – 20 มิถุนายน 2561, ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

ไทยตำบลดอทคอม. (2558). *ตำบลเกาะกูด กิ่งอำเภอเกาะกูด ตราด* สืบค้นข้อมูลวันที่ 20 ธันวาคม 2562, เข้าถึงได้จาก <http://www.thaitambon.com/tambon/230602>

ธรรมศักดิ์ ยี่มิน, มาศมาส สุทธาชีพ, ชัยพิชิต สงให้สุข, สิทธิพร เฟิงสกุล และพงษ์วิจิต จือเหลียง. (2552). *ผลการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยาของแนวปะการังและแหล่งหญ้าทะเลที่มีต่อศักยภาพด้านการประมงและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ บริเวณเกาะกูด จังหวัดตราด*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ปัทมา ศรีน้ำเงิน, เพชรดา ปินใจ, สุมิตร คุณเจตน์ และสนธิชัย จันทร์เปรม. (2559). การสะสมคาร์บอนของหญ้าทะเลบริเวณพื้นที่เขตศูนย์การศึกษาพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์*, 3(2): 29-35.

วรรณภา กิ่งกาญจน์. (2543). *การสำรวจหญ้าทะเล*. คู่มืออุทยานแห่งชาติ ลำดับที่ 3. กรุงเทพฯ: ส่วนอุทยานแห่งชาติทางทะเล สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้.

วันทนีย์ หมดเมือง. (ม.ป.ป.). *วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ*. สืบค้นข้อมูลวันที่ 20 ธันวาคม 2562, เข้าถึงได้จาก <http://www.kuchinarai.ac.th/document/wanthanee/tree.pdf>

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน. (2560). *หญ้าทะเล*. สืบค้นข้อมูลวันที่ 20 ธันวาคม 2562, เข้าถึงได้จาก [https://km.dmcg.go.th/th/c\\_4/d\\_774](https://km.dmcg.go.th/th/c_4/d_774)

สยามมีดี บิสสิเนส ทราเวล. (2548). *จุดเด่นที่น่าสนใจ และข้อมูล เกาะกูด*. สืบค้นข้อมูลวันที่ 20 ธันวาคม 2562, เข้าถึงได้จาก [http://www.kokood.com/Koh\\_Kood\\_Thailand/Koh-Kood.html](http://www.kokood.com/Koh_Kood_Thailand/Koh-Kood.html)

สมบัติ ภูวชิรานนท์. (2553). *แนวทางการฟื้นฟูทรัพยากรแหล่งหญ้าทะเล ใน แนวทางการฟื้นฟูระบบนิเวศจากเขาสู่ทะเล องค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ*. หน้า 45 - 55. ภูเก็ต: สถาบันวิจัยและพัฒนา ทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน.

ส่วนอุทยานแห่งชาติทางทะเล สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้. (2543). *การสำรวจหญ้าทะเล คู่มืออุทยานแห่งชาติ ลำดับที่ 3*. กรุงเทพฯ: กรมป่าไม้.

- สาธิตา เผ่ากันทะ (2559) ศึกษาองค์ประกอบชนิดของหญ้าทะเลและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในตะกอนดินบริเวณแหล่งหญ้าทะเล เกาะลิบง จังหวัดตรัง ในปี พ.ศ. 2535 ใน *การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 5*. วันที่ 1-3 มิถุนายน พ.ศ.2559, น. 539–543, กรุงเทพฯ: โรงแรมรามามาการ์เด็นส์.
- ไอกรีน อิติตเตอร์. (2562). *หญ้าทะเลช่วยดูดซับ-กักเก็บคาร์บอน ความหวังกู้โลกร้อน*. สืบค้นข้อมูล วันที่ 8 ธันวาคม 2562, เข้าถึงได้จาก <http://www.igreenstory.co/seagrass/>
- โอเคเนชั่น. (2557, 17 มีนาคม). แหล่งหญ้าทะเล...กับมูลค่าทางเศรษฐกิจ และผลประโยชน์ในการดูดซับคาร์บอน. *ตรังใหม่*, หน้า 5.
- APHA AWWA and WPCF. (1995). *Standard methods for the examination of water and wastewater 19<sup>th</sup> edition*. Washington: America Public Health Association.
- Buapet, P., Gullström, M., Björk, M. (2014). Photosynthetic activity of seagrasses and macroalgae in temperate shallow waters can alter seawater pH and total inorganic carbon content at the scale of a coastal embayment. *Marine and Freshwater Research*, 64(11): 1040-1048
- Chou, W., Chu, H., Chena, Y., Syu, R., Hung, C., Soong, K. (2018). Short-term variability of carbon chemistry in two contrasting seagrass meadows at Dongsha Island: Implications for pH buffering and CO<sub>2</sub> sequestration. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 210: 36–44.
- Costanza, R., Cumberland, J.C., Daly, H.E., Goodland, R., and Norgaard, R., (1997). *An Introduction to Ecological Economics*. Boca Raton: St. Lucie Press.
- Den Hartog. and Kuo, J. (2006). Taxonomy and biogeography of seagrasses. pp. 1 – 23. In A.W.D. Larkum, R.J. Orth, and C.M. Duarte (eds). *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Netherlands: Springer.
- Edward, S. Rubin. and Haibo Zhai. (2011). Carbon capture effects on water use at pulverized coal power plants. *Energy Procedia*, 4: 2238-2244.

- Gillis, L.G., F.E. Belshe, A.D. Ziegler, and T.J. Bouma. 2017. Driving forces of organic carbon spatial distribution in the tropical seascape. *Journal of Sea Research* 120: 35–40.
- Google map. (2020). *Koh Kood map*. Retrieved July 8, 2020 from <https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?hl=th&mid=17PbJDJqzPqXjnw3ZonRDqAOr75qLttYi&ll=11.66577469087563%2C102.56712085000004&z=12>
- Jankowska, E., L.N. Michel, A. Zaborska, and M. Włodarska-Kowalczyk. 2016. Sediment carbon sink in low-density temperate eelgrass meadows (Baltic Sea). *JGR Biogeosciences* 121: 2918–2934
- Lavery, P.S., M.-Á. Mateo, O. Serrano, and M. Rozaimi. 2013. Variability in the carbon storage of seagrass habitats and its implications for global estimates of blue carbon ecosystem service. *PLoS One* 8 (9): e73748.
- Mazarrasa, I., N. Marbà, J. Garcia-Orellana, P. Masqué, A. Arias-Ortiz, and C.M. Duarte. 2017. Effect of environmental factors (wave exposure and depth) and anthropogenic pressure in the C sink capacity of *Posidonia oceanica* meadows: effect of environmental factors and anthropogenic pressure. *Limnology and Oceanography* 62 (4):1436–1450.
- McLeod, S. (1973). Studies on wet oxidation procedures for the determination of “organic carbon” in soils. *Notes on Soil Techniques*, 2: p.73-79. Division of Soils, CSIRO, Australia.
- Mellors, J. E. (1991). An evaluation of a rapid visual technique for estimating seagrass biomass. *Aquatic Botany*, 42: 67 – 73.
- Muhadharaty. (2015). *Carbon Cycle*. Retrieved July 8, 2019 from <https://www.muhadharaty.com/lecture/18267/%D8%A7%D8%AD%D9%85%D8%AF-%D9%86%D8%B2%D8%A7%D8%B1/Ecology-docx>.
- Novak, A. B., M. C. Pelletier, P. Colarusso, J. Simpson, M. N. Gutierrez, A. Arias-Ortiz, M. Charpentier, P. Masque and P. Vella. (2020) Factors Influencing Carbon Stocks and Accumulation Rates in Eelgrass Meadows Across New England, USA. *Estuaries and Coasts* (2020) 43:2076–2091

- Poovachiranon, S., and Adulyanukosol, K. (1999). Seagrass community and marine algae in Thailand. *Proc. 1<sup>st</sup> Korea-Thailand Joint Workshop on Comparison of Coastal Environment: Korea-Thailand*. p. 84-96.
- Richard, L. Coulter., Mikhail, S. Pekour., David, R. Cook., Gerard, E. Klazura., Timothy, J. Martin. and John, D. Lucas. (2006). Surface energy and carbon dioxide fluxes above different vegetation types within ABLE. *Agricultural and Forest Meteorology*, 136(3-4): 147-158.
- Röhr, M.E., C. Boström, P. Canal-Vergés, and M. Holmer. (2016). Blue carbon stocks in Baltic Sea eelgrass (*Zostera marina*) meadows. *Biogeosciences* 13 (22): 6139–6153.
- Short, F.T. and Coles R.G. (2001). *Global Seagrass Research Methods*. Amsterdam: Elsevier Science B.V.
- Short, F.T., Coles R.G. and Pergent - Martini, C. (2001). Global Seagrass Distribution. Chapter 1, pp. 5 - 30. In F.T. Short, R. G. Coles. (eds). *Global Seagrass Research Methods*. Amsterdam: Elsevier Science
- Srinamngoen, P., Pinjai, P., Khunjet, S. and Chanprame, S. (2016). Seagrass Carbon Accumulation at KhungKraben Bay Royal Development Study Center, Chanthaburi. *Songklanakarin Journal of Plant Science*. 3, 29-35.
- Stankovic, M., Panyawai, J., Jansanit, K., Upanoi, T. and Prathep, A. (2017). Carbon Content in Different Seagrass Species in Andaman Coast of Thailand. *Sains Malaysiana*, 46 (9): 1441–1447.
- Unsworth, R., Collier, C., Henderson, G., McKenzie, L. (2012). Tropical seagrass meadows modify seawater carbon chemistry: implications for coral reefs impacted by ocean acidification. *Environmental Research Letters*, 7(2): 24-26.

## ภาคผนวก

### การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. วิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียรวม (Total ammonia nitrogen: TAN) ใช้วิธี phenol - hypochloride

#### สารเคมี และวิธีเตรียม

1. น้ำกลั่น de-ionized น้ำกลั่น de-ionized ใช้สำหรับเตรียมสารละลาย, แบลงค์ และสารมาตรฐาน น้ำกลั่นที่ใช้ควรได้จากการกลั่นใหม่

2. สารละลายฟีนอล ( $C_2H_5OH$ ) ละลายฟีนอล 20 กรัม ในเอซิลแอลกอฮอล์ 95% (V/V) 200 มิลลิลิตร

3. สารละลายโซเดียมไนโตรปริสไซด์ ละลายโซเดียมไนโตรปริสไซด์ ( $Na_2Fe(CN)_5NO \cdot 2H_2O$ ) 1 กรัม ในน้ำ de-ionized 200 มิลลิลิตร เก็บรักษาสารละลายนี้ในขวดแก้วสีน้ำตาลสารละลายนี้มีอายุ 1 เดือน

4. สารละลายอัลคาไลน์ ละลายไตรโซเดียมซิเตรทไดไฮเดรต ( $Na_3C_2H_5O_7 \cdot 2H_2O$ ) (analytical reagent grade) 100 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (analytical reagent grade) 5 กรัม ในน้ำ de-ionized 500 มิลลิลิตร

5. สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ที่มีอยู่ในท้องตลาด (เช่น ไฮเตอร์) เพื่อให้ความเข้มข้นของคลอไรด์มากกว่า 1.5 นอร์มอล ควรซื้อที่ผลิตขึ้นมาใหม่ อย่างไรก็ตามจะต้องตรวจสอบความแรงของไฮเตอร์ก่อนใช้ ดังนี้

1) ละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ( $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ) 12.5 กรัม ในน้ำ deionized 500 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

2) ละลายโปแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2 กรัม ในน้ำ deionized 50 มิลลิลิตร ในพลาสติก แล้วเติมไฮเตอร์ลงไป ในอัตราส่วน 4:1

3) เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (12 นอร์มอล) ลงในสารละลายในข้อ 2

4) ไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มอล จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นไม่มีสี

5) ไฮเตอร์จะเสื่อมสภาพและนำมาวิเคราะห์หาแอมโมเนียไม่ได้ถ้าการไตเตรท ตามข้อ 4) ใช้สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตน้อยกว่า 12 มิลลิลิตร

6. สารละลายออกซีไดซิง ผสมสารละลายอัลคาไลน์และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ เข้าด้วยกันในอัตรา ส่วน 4 : 1 (อัลคาไลน์ 100 มิลลิลิตร และ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 25 มิลลิลิตร) สารละลายนี้ควรเตรียมใหม่ทุกวัน



7. **น้ำทะเลเทียม** ละลายโซเดียมคลอไรด์ (analytical reagent quality) เป็นกรัมตามความเค็มที่ต้องการในน้ำกลั่น 1 ลิตร

### 8. สารละลายมาตรฐานของแอมโมเนีย

8.1) ละลายแอมโมเนียมคลอไรด์( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) (analytical reagent grade) ที่อบแห้ง 105 - 110 องศาเซลเซียส นาน 2 - 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดวงความชื้น แล้วชั่ง 0.1910 กรัม ด้วยน้ำกลั่น de - ionized แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร ด้วยขวดวัดปริมาตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 50 mg-N/L และเรียกสารละลายนี้ว่า stock standard solution เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดสีชา สารละลายนี้มีอายุการใช้งาน 6 เดือนถึง 1 ปี

นำสารละลายมาตรฐานมา 2 มิลลิลิตร และเจือจางให้เป็น 100 มิลลิลิตร ใน Volumetric Flask ด้วยน้ำกลั่น (2 ppm)

**ตารางภาคผนวกที่ 1** ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแอมโมเนีย

ความเข้มข้น (ppm)	น้ำกลั่นปราศจากไอออน (มล.)	สารละลายมาตรฐาน 2 ppm (มล.)
0	20	0
0.2	18	2
0.4	16	4
0.6	14	6
0.8	12	8
1.0	10	10

### ขั้นตอนวิเคราะห์

#### 1. การเตรียมกราฟมาตรฐาน (Calibration curve)

- 1) ตวงสารละลายมาตรฐาน 25 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่หรือหลอดทดลอง
- 2) เติมสารละลายฟีนอล 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
- 3) เติมสารละลายโซเดียมไนโตรปริสไซด์ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
- 4) เติมสารละลายออกซิไดซิง 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ปิดฝาด้วยกระดาษฟลอยด์เพื่อป้องกันการปนเปื้อนแอมโมเนียในอากาศ
- 5) ทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการตวงกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 640 นาโนเมตร จดบันทึกค่าการตวงกลืนแสงที่ได้

6) วัดค่าการทวงกลืนแสงของรีเอเจนต์แบบลังก์ (Reagent blank) โดยนำน้ำปราศจากไอออนมาเติมรีเอเจนต์ตามข้อ 1 - 5 แล้วนำไปวัดค่าการทวงกลืนแสงโดยใช้ cuvette ที่มี cell path 1 เซนติเมตร ค่าการทวงกลืนแสงของรีเอเจนต์แบบลังก์ไม่ควรเกิน 0.007

7) นำข้อมูลที่ได้มาทำกราฟมาตรฐานและหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการทวงกลืนแสงและความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน

## 2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1) ตวงน้ำตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดพลาสติกที่มีฝาปิดเป็นเกลียวเพื่อป้องกันการระเหยของแอมโมเนีย

2) เติมสารละลายฟีนอล 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมไนโตรปริไซด์ และสารละลายออกซิไดซิง 1 มิลลิลิตร และ 2.5 มิลลิลิตร ตามลำดับ หลังจากเติมน้ำยาเคมีแต่ละชนิดเขย่าให้เข้ากัน ทั้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

3) นำไปวัดค่าการทวงกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 640 นาโนเมตร

4) จดบันทึกค่าความเข้มข้นที่วัดได้ หรือนำค่าการทวงกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของแอมโมเนียในตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานที่ได้เตรียมไว้

## 2. ปริมาณไนไตรท์ (nitrite - nitrogen) ใช้วิธี Colorimetric Method

### สารเคมีและวิธีเตรียม

1. สารละลายซัลฟานิลาไมด์ ละลายซัลฟานิลาไมด์ ( $C_6H_8N_2O_2S$ ) 5 กรัม ในของผสมของกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 50 มิลลิลิตร กับน้ำกลั่นประมาณ 300 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางสารละลายที่ได้ให้มีปริมาตร 500 มิลลิลิตร

2. สารละลายแนฟทิลเอธิลีนไดอะมีนไดไฮโดรคลอไรด์ (NED) ละลายแนฟทิลเอธิลีนไดอะมีนไดไฮโดรคลอไรด์ ( $C_{10}H_7NHCH_2CH_2NH_2 \cdot 2HCl \cdot CH_3OH$ ) 0.50 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 500 มิลลิลิตร สารละลายตัวนี้เก็บในที่มืดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่ควรเปลี่ยนทุก ๆ 1 เดือน หรือเปลี่ยนทันทีที่เห็นสารละลายเป็นสีน้ำตาล

3. สารละลายมาตรฐานของไนไตรท์ ละลายโซเดียมไนไตรท์ ( $NaNO_2$ ) ที่อบแห้ง 105 - 110 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง (อบนาน 24 ชั่วโมงก็ได้) แล้วชั่งมา 0.345 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 70 mg-N/L หรือ 5 mg-at N/L (5 mM) สารละลายนี้เรียกว่า stock standard solution เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดสีชาแล้วแช่เย็นไว้ สารละลายมีอายุการใช้งานประมาณ 1-2 เดือน จากนั้นนำสารละลาย  $NO_2^-$ -N ที่ความเข้มข้น 100

มิลลิกรัมต่อลิตร มา 1.25 มิลลิกรัม เจือจางให้เป็น 250 มิลลิกรัม ใน volumetric flask ด้วยน้ำกลั่น สารละลายนี้จะมีค่าความเข้มข้นของ  $\text{NO}_2^-$ -N เป็น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

## ตารางภาคผนวกที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์

ความเข้มข้น (ppm)	น้ำกลั่นปราศจากไอออน (มล.)	สารละลายมาตรฐาน 0.5 ppm (มล.)
0	50	0
0.05	45	5
0.10	40	10
0.15	35	15
0.20	30	20
0.30	20	30

### ขั้นตอนวิเคราะห์

#### 1. การเตรียมกราฟมาตรฐาน

- 1) ตวงสารละลายมาตรฐาน 25 มิลลิกรัม ใส่ในหลอดทดลอง ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ
- 2) เติมสารละลายซิลโฟดีนิลาไมด์ 1 มิลลิกรัม เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2 - 8 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์
- 3) เติมสารละลาย NED 1 มิลลิกรัม เขย่าตัวอย่างทันที ทิ้งไว้ 5 นาที ถึง 2 ชั่วโมง น้ำตัวอย่างที่มีไนไตรท์จะเป็นสีชมพู สีที่เกิดขึ้นจะคงตัวอยู่ประมาณ 2 ชั่วโมง
- 4) นำไปวัดค่าการตวงกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร
- 5) แบลงค์ใช้น้ำปราศจากไอออนและเติมรีเอเจนต์ตามข้อ 1 - 5
- 6) นำข้อมูลมาทำกราฟมาตรฐานและหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตวงกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนไตรท์

#### 2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

- 1) ตวงน้ำตัวอย่าง 25 มิลลิกรัม ด้วยกระบอกตวงใส่ฟลาสก์รูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิกรัม หากกรองแล้วน้ำตัวอย่างยังขุ่นให้ตวงน้ำตัวอย่างใส่ฟลาสก์เพิ่มอีกหนึ่งฟลาสก์ ฟลาสก์นี้ไม่ต้องเติมน้ำยาเคมี น้ำตัวอย่างในฟลาสก์นี้เรียกว่า turbidity blank
- 2) เติมสารละลายซิลโฟดีนิลาไมด์ 1 มิลลิกรัม เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2 - 8 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์
- 3) เติมสารละลาย NED 1 มิลลิกรัม เขย่าตัวอย่างทันที แล้วทิ้งไว้ 10 นาที ถึง 2 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำตัวอย่างทั้งที่เติมน้ำยาเคมีและไม่ได้เติมน้ำยาเคมีไปวัดค่าการตวงกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร

- 4) สำหรับแบลจค์ใช้น้ำกลั่น แล้วทำเช่นเดียวกับน้ำตัวอย่าง
- 5) จัดบันทึกค่าความเข้มข้นที่วัดได้ หรือนำค่าการตรวจกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของไนโตรเจนในตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานที่ได้เตรียมไว้

### 3. ปริมาณไนเตรท (nitrate - nitrogen) ใช้วิธี Cadmium Reduction

#### สารเคมี และวิธีเตรียม

1. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เข้มข้น ละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 125 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่ได้ในขวดแก้วหรือขวดพลาสติก
2. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เจือจาง ตวงสารละลายในข้อ 1 มา 50 มิลลิลิตร แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 2,000 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่ได้ในขวดแก้วหรือขวดพลาสติก
3. สารละลายซัลฟานิลไมด์ ใช้สารละลายเดียวกับไนโตรท
4. สารละลายแนพทิลเอธิลีนไดอะมีนไดไฮโดรคลอไรด์ (NED) ใช้สารละลายเดียวกับไนโตรท
5. น้ำทะเลเทียม เตรียมเช่นเดียวกับการวิเคราะห์หาแอมโมเนีย
6. Cadmium - copper
  - 1) นำเม็ดแคดเมียม ขนาด 0.5 - 2 มิลลิเมตร จำนวน 25 กรัม ล้างด้วย 6 N HCl (500 มิลลิลิตร เจือจางให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร) แล้วทำการล้างด้วยน้ำกลั่น 5 ครั้ง
  - 2) เติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต 2 % (v/w; 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และทำให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร) ให้ท่วมเม็ดแคดเมียมใช้แท่งแก้วคนจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป เติมน้ำกลั่นออกแล้วเติมเข้าไปใหม่ใช้แท่งแก้วคนจนเกิดตะกอนแขวนลอยของคอปเปอร์
  - 3) จากนั้นล้างแคดเมียมที่เคลือบด้วยทองแดงแล้ว (Cu - Cd) ด้วยน้ำกลั่น อย่างน้อย 10 ครั้ง เพื่อล้างตะกอนทองแดงออกให้หมด
6. สารละลาย  $\text{CuSO}_4$  2 % (W/V) ละลาย  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  10 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร
7. กรด HCl 5 % (v/v)
8. สารละลายมาตรฐานไนเตรท ละลายโปแทสเซียมไนเตรท ( $\text{KNO}_3$ ) ที่อบแห้ง 105 - 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง 0.3611 กรัม ด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ใน volumetric flask (200 ppm) นำ standard nitrate solution มา 5 มิลลิลิตร และเจือจางให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใน volumetric flask จะมีความเข้มข้น 10 ppm สารละลายที่ได้เรียกว่า stock standard solution เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดสีชาแล้วแช่เย็นไว้ สารละลายนี้เสถียรตลอดไป

### ตารางภาคผนวกที่ 3 ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไนเตรท

ความเข้มข้น (ppm)	น้ำกลั่นปราศจากไอออน (มล.)	สารละลายมาตรฐาน 10 ppm (มล.)
0	50	0
0.2	49	1
0.4	48	2
0.6	47	3
0.8	46	4
1.0	45	5

#### การเตรียมคอลัมน์

1. ใส่ใยแก้วที่ด้านล่างของคอลัมน์ จากนั้นเติมน้ำ แล้วค่อยๆเติมแคดเมียมที่เตรียมไว้แล้ว (Cd - Cu) โดยให้ความยาวประมาณ 18.5 เซนติเมตร โดยให้ระดับน้ำอยู่เหนือเม็ดแคดเมียมตลอดเวลา

2. ทำการล้างคอลัมน์ ด้วยสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เจือจาง

3. กระตุ้น reduction column โดยเทสารละลายซึ่งประกอบด้วยสารละลายมาตรฐานไนเตรต 1.0 มก./ล. ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ผสมกับแอมโมเนียมคลอไรด์เข้มข้น ปริมาตร 75 มิลลิลิตร ให้ไหลผ่าน reduction column ในอัตรา 7 - 10 มิลลิลิตรต่อนาที

#### การหาประสิทธิภาพคอลัมน์

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานของไนไตรท์และไนเตรทที่ความเข้มข้นเดียวกันสำหรับคอลัมน์แต่ละคอลัมน์ (0.070 mg - N/L) (แปลงค่าได้จากแปลงค่าของตัวอย่าง)

2. นำสารละลายของไนเตรทไปผ่านคอลัมน์โดยดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่างทุกขั้นตอนสำหรับสารละลายมาตรฐานของไนไตรท์เติม sulfanilamide และ NED โดยไม่ต้องผ่านคอลัมน์

3. นำไปวัดค่าการทวงกลืนแสง คำนวณหาประสิทธิภาพของคอลัมน์ดังนี้ ประสิทธิภาพของคอลัมน์

$$= \frac{\text{Abs (0.070 mg-N/L NO}_3^-) - \text{Abs (Blank mg - N/L NO}_3^-)}{\text{Abs (0.070 mg - N/L NO}_2^-) - \text{Abs (Blank mg - N/L NO}_2^-)} \times 100$$

4. ประสิทธิภาพของคอลัมน์ควรอยู่ระหว่าง 90 - 110 เปอร์เซ็นต์ หากประสิทธิภาพของคอลัมน์มีค่า ต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่า 110 เปอร์เซ็นต์ ควรทำดังนี้

- ล้างด้วยสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เจือจาง 100 มิลลิลิตร 3 - 4 ครั้ง

- ผ่านตัวอย่างตามปกติ หากประสิทธิภาพของคอลัมน์ยังต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ควรเตรียมคอลัมน์ใหม่

- ผงแคดเมียมที่ใช้ไปนาน ๆ อาจแตกละเอียดทำให้สารละลายไหลช้า ควรกรองผงแคดเมียมด้วยตะแกรงร่อนที่มี mesh size 0.5 - 1 มิลลิเมตร เพื่อแยกผงที่ละเอียดออกไป

### การเตรียมคอลัมน์ใหม่

นำเม็ดแคดเมียมใส่ในบีกเกอร์ และเติม 5 เปอร์เซ็นต์ ของกรดไฮโดรคลอริก (v/v) ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ทำการคนด้วยแท่งแก้วคนสาร จากนั้นทำการล้างด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 200 - 300 มิลลิลิตร จนกระทั่งมีค่า pH สูงกว่า 5 รินน้ำล้างทิ้งไป

นำเม็ดแคดเมียมมาแช่ในสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต (ตั้งขั้นตอนการเตรียมเม็ดแคดเมียม)

เติมสารละลายมาตรฐานของไนเตรท 1.4 mg-N/L 100 มิลลิลิตร (เติมสารละลายแอมโมเนียคลอไรด์เข้มข้น 2 มิลลิลิตร แล้ว) ปล่อยให้ไหลผ่านคอลัมน์ด้วยอัตราการไหล 8 - 12 มิลลิลิตร/นาที เพื่อ activated คอลัมน์ จากนั้นล้างคอลัมน์ด้วยสารละลายแอมโมเนียคลอไรด์เจือจางอีก 3 - 4 ครั้ง

### ขั้นตอนวิเคราะห์

#### 1. การเตรียมกราฟมาตรฐาน

1) ตวง Working Standard Nitrate solution ที่แต่ละความเข้มข้นลงในขวดรูปชมพู่ ขวดละ 50 มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 3 ซีซี เติม 1 มิลลิลิตร ของสารละลาย Ammonium Chloride เข้มข้นลงในแต่ละขวดเขย่าให้เข้ากัน

2) นำ working standard solution และแบลนด์ ไปผ่านคอลัมน์ โดยปรับให้สารละลายในคอลัมน์ไหลด้วยอัตรา 8 - 12 มิลลิลิตร/นาที จากนั้นเติมสารละลายที่ได้ประมาณ 5 - 10 มิลลิลิตร ปล่อยให้สารละลายในคอลัมน์ทิ้งจนเหลือระดับเดิม แล้วเติมสารละลายที่เหลือลงในคอลัมน์ ปล่อยให้สารละลายทิ้งประมาณ 25 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่เปิดออกในช่วงหลังให้ได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ส่วนสารละลายที่เหลือปล่อยให้ทิ้งไป

3) เติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์ 1 มิลลิลิตร ทันทันที เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2 - 8 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ จากนั้นเติมสารละลาย NED 1 มิลลิลิตร เขย่าตัวอย่างทันที ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ถึง 1 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการตวงกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร

## 2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

- 1) ตวงน้ำตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร ใส่ฟลาสก์รูปชมพู่ 125 มิลลิลิตร
- 2) เติมสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เข้มข้น 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
- 3) เติมสารละลายในข้อ 2) ประมาณ 5 - 10 มิลลิลิตร ลงในคอลัมน์ที่มีอัตราการไหล 8 - 12 นาที ต่อ 100 มิลลิลิตร ปล่อยสารละลายในคอลัมน์ทิ้งจนเหลือระดับเดิม
- 4) เติมสารละลายในข้อ 2) ที่เหลือลงในคอลัมน์ ปล่อยสารละลายทิ้งประมาณ 25 มิลลิลิตร แล้วเก็บสารละลายที่เป็ดออกในช่วงหลังให้ได้ปริมาตร 25 มิลลิลิตร
- 5) เติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์ 1 มิลลิลิตร ทันทึ เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2 - 8 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์
- 6) เติมสารละลาย NED 1 มิลลิลิตร เขย่าตัวอย่างทันที ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ถึง 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าการทวงกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร คำนวณหาความเข้มข้นของไนเตรทจากกราฟมาตรฐานที่เตรียมไว้
- 7) ความเข้มข้นของไนเตรท = ความเข้มข้นจากตัวอย่างที่ผ่านคอลัมน์ - ค่าไนเตรทของตัวอย่างนั้น

## 4. การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ละลายได้ในน้ำ (Phosphorus) ใช้วิธี Ascorbic Acid Method

### สารเคมี และวิธีเตรียม

1. Sulfuric acid solution, 5 N ทำการเจือจาง กรดซัลฟูริกเข้มข้น ปริมาตร 70 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ทำให้ปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร วางสารละลายให้มีอุณหภูมิเท่ากับ อุณหภูมิห้อง
2. Potassium antimonyl tartrate solution ทำการละลาย  $C_6H_4O_6 \cdot 1/2H_2O$  1.3715 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 400 มิลลิลิตร และทำให้ปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดแก้ว ปิดฝา
3. Ammonium molybdate solution ทำการละลาย  $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$  20 กรัม ในน้ำกลั่น ทำให้ปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร เก็บสารละลายในขวดพลาสติกที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
4. Ascorbic acid solution, 0.1 M ทำการละลาย ascorbic acid 1.76 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร สารละลายนี้จะคงตัวภายใน 1 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อาจจะถูกเก็บในช่องแช่แข็ง เพื่อให้เก็บได้นานขึ้น เมื่อจะใช้ก็จะนำมาทำการละลายและนำมาใช้กับ combined reagent

5. Combined reagent ทำการผสมสารให้ได้ 300 มิลลิลิตร โดยใช้สารต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

5 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	150	มิลลิลิตร
Potassium antimonyl tartrate solution	15	มิลลิลิตร
Ammonium molybdate solution	45	มิลลิลิตร
Ascorbic acid solution	90	มิลลิลิตร

รีเอเจนท์จะต้องอยู่ในที่อุณหภูมิห้อง ถ้าสารละลาย combined reagent มีความขุ่นเกิดขึ้น ให้ทำการเขย่าและตั้งทิ้งไว้ จนกระทั่งความขุ่นหายไป รีเอเจนท์นี้จะคงตัวได้เพียง 4 ชั่วโมง

6. สารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส ทำการอบ KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และนำมาละลาย 0.2195 กรัม ด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร ใน volumetric flask สารละลายนี้จะมีค่าความเข้มข้นมากเกินไปที่จะนำมาใช้ (1 มิลลิลิตร = 50.0 ไมโครกรัม ของ PO<sub>4</sub>-P; 50 ppm) จึงทำการเจือจางให้มีค่า 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตรของ PO<sub>4</sub>-P โดยนำสารละลายมา 5 มิลลิลิตร จะเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร ใน volumetric flask สารนี้ จะมีความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วสร้างกราฟมาตรฐาน

การทำกราฟมาตรฐาน นำสารละลาย PO<sub>4</sub>-P ที่มีความเข้มข้น 2.5 ppm มาทำการเตรียมสารละลายฟอสฟอรัสที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ดังนี้

ตารางภาคผนวกที่ 4 ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส

ความเข้มข้น (ppm)	น้ำกลั่นปราศจากไอออน (มล.)	สารละลายมาตรฐาน 2.5 ppm (มล.)
0	50	0
0.125	47.5	2.5
0.250	45	5
0.500	40	10
1.000	30	20

ปริมาตรสุดท้ายของสารละลายมาตรฐาน จะเป็น 50 มิลลิลิตร นำมาเติมรีเอเจนท์ และทำการวัดค่าการตวงกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer จากนั้นทำกราฟ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกับค่าการตวงกลืนแสง

#### การวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตร มาเติม combined reagent 8 มิลลิลิตร ทำการเขย่าให้เข้ากัน พักสารละลายไว้ 10 นาที ไม่ควรนานเกิน 30 นาที ทำการวัดค่าการตวงกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร โดยใช้ น้ำกลั่นปรับค่าให้เป็นศูนย์