รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาบทบาทของคาร์บอนสีน้ำเงินในหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งตะวันออกของประเทศไทย
The Role of Blue Carbon in Seagrass at the East Coast of Thailand

ดร.ปัทมา ศรีน้ำเงิน

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายเงินได้

จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

รหัสโครงการ 1563

สัญญาเลขที่ 139/2561

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาบทบาทของคาร์บอนสีน้ำเงินในหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งตะวันออกของประเทศไทย

The Role of Blue Carbon in Seagrass at the East Coast of Thailand

ดร.ปัทมา ศรีน้ำเงิน

คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี

บทสรุปผู้บริหาร

(Executive Summary)

ข้าพเจ้า ดร.ปัทมา ศรีน้ำเงิน ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยจากมหาวิทยาลัยบูรพา ประเภทงบประมาณเงินรายได้ จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) มหาวิทยาลัยบูรพา โครงการวิจัยเรื่องการศึกษาบทบาทของคาร์บอนสีน้ำเงินในหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งตะวันออกของประเทศไทย (The Role of Blue Carbon in Seagrass at the East Coast of Thailand) รหัสโครงการ 1563/สัญญาเลขที่ 139/2561 ได้รับงบประมาณรวมทั้งสิ้น 377,200 บาท (สามแสนเจ็ดหมื่นเจ็ดพันสองร้อยบาทถ้วน) ระยะเวลาดำเนินงาน 2 ปี 4 เดือน (31 ตุลาคม 2560 ถึง 28 กุมภาพันธ์ 2563)

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในหญ้าทะเลทั้งหมด 7 ชนิด คือ *Enhalus acoroides, Cymodocea serrulata, Halophila ovalis, Halophila minor, Halodule uninervis, Halodule pinifolia* และ *Thalasia hemprichii* โดยทำการเก็บสำรวจใน 4 พื้นที่ กล่าวคืออ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี หาดร็อคกาเดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ศูนย์การศึกษาพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรีและ เกาะกระดาดจังหวัด ตราด พื้นที่ทำการสำรวจประมาณ 675, 1,250, 1520 และ 900 ไร่ ตามลำดับ โดยผลการศึกษาพบว่าหญ้าทะเลชนิด *Cymodocea serrulata* ที่พบบริเวณเกาะกระดาด มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกับหญ้าทะเลพันธุ์ *Enhalus acoroides* ที่มีปริมาณอินทรีย์คร์บอนรวมที่ 108.228 เปอร์เซ็นต์ และ 103.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่หญ้าทะเลชนิด *Halophila minor* มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนรวมน้อยที่สุด โดยพบบริเวณเหง้า เป็นส่วนที่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุด และเมื่อพิจารณาด้านความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนหรือ carbon storage ของหญ้าทะเล พบว่า *Enhalus acoroides* หรือหญ้าคาทะเล มีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนได้มากที่สุด ประมาณ 3,795.67 - 4,100.12 gCm^2 รองมาคือหญ้าทะเลชนิด *Halodule uninervis* สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ 2,883.10 gCm^2 ในขณะที่หญ้าทะเลชนิด *Halophila minor* มีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนได้น้อยที่สุด

เมื่อทำการศึกษาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในดินที่หญ้าทะเลขึ้นอยู่ โดยทำการสำรวจ 5 พื้นที่ คือ กล่าวคืออ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี หาดร็อคกาเดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ศูนย์การศึกษาพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรีและ ชายหาดแหลมกลัด และเกาะกระดาดจังหวัดตราด พบว่า พื้นที่ชายฝั่งบริเวณพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนฉลี่ยสะสมมากที่สุด รองมาคือเกาะกระดาดจังหวัดตราด คือ 1.06 เปอร์เซ็นต์ และ 0.356 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ดังนั้นข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการอนุรักษ์ปลูกหญ้าทะเลพร้อมทั้งยังก่อประโยชน์ด้วยการลดปริมาณคาร์บอนในบรรยากาศได้อีกทางหนึ่งด้วย

คำสำคัญ: หญ้าทะเล, การเติบโตสีน้ำเงิน, คาร์บอนสีน้ำเงิน, การสะสมคาร์บอน, ชีวมวล

Abstract

This study aimed to determine the total organic carbon in the 7 seagrass species; *Enhalus acoroides, Cymodocea serrulata, Halophila ovalis, Halophila minor, Halodule uninervis, Halodule pinifolia* and *Thalasia hemprichii*. The 4 study area were survey namely, Sattahip Bay, ChonBuri province, Rock Garden-Nurn Khoa Beach, Rayong province, KhungKraben Bay Royal Development Study Center, Chanthaburi and Koh Kra-dad, Trat province for 675 rai, 1,250, 1,520 and 900 rai in coverage, respectively. The highest organic carbon was found in *Cymodocea serrulata*, but not significantly different from *Enhalus acoroides* which 108.228% and 103.46%, respectively. Whereas the lowest in a total organic carbon was *Halophila minor* . The highest organic carbon was accumulated at the rhizome in common. For the carbon storage in seagrass, *Enhalus acoroides* showed the highest ability to absorb carbon, its about 3,795.67 - 4,100.12 gCm^2 and 2,883.10 gCm^2 belong to *Halodule uninervis*. While the lowest in a carbon storage was *Halophila minor* as well.

For determined total organic carbon in soil. The 5 study area were survey namely, Sattahip Bay, ChonBuri province, Rock Garden-Nurn Khoa Beach, Rayong province, KhungKraben Bay Royal Development Study Center, Chanthaburi, LamKlat Bay and Koh Kra-dad, Trat province. The highest organic carbon was found in KhungKraben coast and Koh Kra-dad, it's about 1.06% and 0.356%, respectively.

So, this data can be used for carbondioxide environmental management in the term of seagrass area plantation.

Keywords: Seagrass, Blue growth, Blue carbon, Carbon sequestration, Biomass

ผลผลิต (output) ที่ได้จากโครงการวิจัย

โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาบทบาทของคาร์บอนสีน้ำเงินในหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งตะวันออกของประเทศไทย ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 139/2561 นั้น ผลผลิต (output) ที่ได้จากโครงการวิจัย มีดังนั้น

1. ทราบข้อมูลปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สัมพันธ์กับชนิดของหญ้าทะเล โดยพบว่าหญ้าทะเลชนิด *Cymodocea serrulata* มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงที่สุดและไม่ตกต่างกับหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides*
2. ทราบข้อมูลชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลที่เชื่อมโยงกับความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน (carbon storage) โดยพบว่าหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีความสามาถในการกักเก็บคาร์บอนได้สูงที่สุด คือประมาณ 3,795.67 - 4,100.12 gCm^2
3. ดินชายฝั่งบริเวณ ศูนย์การศึกษาพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสะสมมากที่สุด คือ 1.06 เปอร์เซ็นต์
4. ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ สามารถเผยแพร่สู่ชุมชนและสังคม ไม่ว่าจะเป็นเกษตรกร ชาวบ้านในแต่ละชุมชน ชาวประมง หรือแม้แต่นักท่องเที่ยวทั่วไป จะทำให้สังคมเข้าใจถึงบทบาทหน้าที่ และความสามารถของหญ้าทะเล ในอันที่จะช่วยลดการปนเปื้อนของคาร์บอนในบรรยากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของปัญหาสภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน ซึ่งยังจะก่อให้เกิดแนวความคิดปลูกป่าหญ้าทะเลเชิงอนุรักษ์เพื่อดูดซับคาร์บอน เพื่อสร้างสังคมที่สะอาด และเพื่อความสมบูรณ์ของระบบนิเวศทางทะเล เป็นแหล่งประมง การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ แหล่งอาหารที่สำคัญของพะยูน และรองรับนโยบายคาร์บอนเครดิตในอนาคต

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Global climate change) ในปัจจุบัน ที่มีความรุนแรงและความถี่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละรอบปีสาเหตุเกิดจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เพิ่มมากขึ้นในบรรยากาศ ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global warming) การกักเก็บคาร์บอน (Carbon storage) ในดินของพื้นที่ในทะเล เป็นแนวทางหนึ่งที่หลายประเทศนำไปใช้เพื่อประโยชน์ในการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ทันทีโดยอาศัยการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ของพืชในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ไปเก็บสะสมไว้ในส่วนของเนื้อเยื่อพืช และเมื่อเศษซากพืชเหล่านี้หลุดร่วงหรือตายลง สารอินทรีย์เหล่านั้นจึงถูกย่อยสลาย และบางส่วนที่ย่อยสลายยาก เช่น สารฮิวมัส คจะเก็บสะสมอยู่ในดินต่อไปในรูปของอินทรียวัตถุ (Soil organic matter) คาร์บอนอาจคงอยู่ในดินได้เป็นเวลายาวนาน ในการศึกษาครั้งนี้ทางผู้จัดทำโครงงานตระหนักถึงปัญหาในการลดคาร์บอนในอากาศโดยการศึกษาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในหญ้าทะเลเพื่อเป็นแหล่งในการช่วยกักเก็บคาร์บอนแหล่งใหม่ โดยทำการศึกษาในพื้นที่ชายฝั่งตะวันออกฝั่งอ่าวไทยของประเทศไทยคือ จังหวัดชลบุรี รองยอง จันทบุรี และตราด

ปัทมา ศรีน้ำเงิน

มีนาคม 2563

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	iii
สารบัญรูป	v
บทที่ 1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
กรอบแนวคิด ของการศึกษาวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	5
หญ้าทะเล	5
คาร์บอนในดิน	6
ความสามารถของดินในการสะสมคาร์บอน	10
คาร์บอนสีน้ำเงิน	12
บทที่ 3 วิธีการศึกษาวิจัย	15
บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย	27
ส่วนที่ 1 ผลการศึกษาด้านสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่ทำการศึกษา	27
ส่วนที่ 2 การศึกษาและการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในดิน	32
ส่วนที่ 3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหญ้าทะเลกับความสามารถในการกักเก็บของดินในบริเวณที่หญ้าทะเลขึ้นอยู่	36
บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษาวิจัย	55
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาวิจัย	59
บรรณานุกรม	61
ภาคผนวก	65
รายงานสรุปการเงิน	66
ประวัติคณะผู้วิจัย	67

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	พิกัดของจุดเก็บดินตัวอย่าง อ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี	22
3.2	พิกัดการเก็บตัวอย่างดิน บริเวณชายหาดร๊อคกาเดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง	23
3.3	พิกัดของจุดเก็บดินตัวอย่างหาดแหลมกลัด อำเภอตราด จังหวัดตราด	25
3.4	พิกัดของจุดเก็บดินตัวอย่าง เกาะกระดาด จังหวัดตราด	26
4.1	ค่าความเค็ม อุณหภูมิ pH และ DO บริเวณ สัตหีบ จังหวัดชลบุรี	27
4.2	ค่าความเค็ม อุณหภูมิ pH และ DO บริเวณหาดแหลมกลัด อำเภอแหลมกลัด จังหวัด ตราด	29
4.3	ค่าความเค็ม อุณหภูมิ pH และ DO บริเวณเกาะกระดาด จังหวัดตราด	31
4.4	ค่าวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ชายฝั่งทะเลบริเวณฐานทัพเรือสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ที่ระยะต่างกัน	33
4.5	ค่าวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ชายฝั่งทะเลบริเวณฐานทัพเรือสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ที่ระยะต่างกัน	33
4.6	ค่าวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินชายฝั่งทะเลบริเวณแหลมกลัด จังหวัดตราด ที่ระยะต่างกัน	34
4.7	ค่าวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินชายฝั่งทะเลบริเวณแหลมกลัด จังหวัดตราด ที่ระยะต่างกัน	35
4.8	ค่าวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินชายฝั่งทะเลบริเวณเกาะกระดาด จังหวัดตราด ที่ระยะต่างกัน	35
4.9	ค่าวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินชายฝั่งทะเลบริเวณเกาะกระดาด จังหวัดตราด ที่ระยะต่างกัน	36
4.10	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลสายพันธุ์ H. minor และ H. pinifolia ที่ปลูกบริเวณชายหาดสัตหีบ จังหวัดชลบุรี	**37**
4.11	ปริมาณอินทรีคาร์บอนของดินในแต่ระยะห่างที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาด สัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี	38

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.12	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินในแต่ละพิกัดที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาด สัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี	39
4.13	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. pinifolia* ที่ปลูกบริเวณชายหาดร็อคการ์เดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง	41
4.14	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินในแต่ระยะห่างที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาดร็อคการ์เดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง	42
4.15	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินในแต่ละพิกัดที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาดร็อคการ์เดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง	43
4.16	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลสายพันธุ์ *E. acoroides และ H. pinifolia* ที่ปลูกบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี	45
4.17	ปริมาณอินทรีคาร์บอนของดินในแต่ระยะห่างที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี	46
4.18	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินในแต่ละพิกัดที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี	47
4.19	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลที่ปลูกบริเวณชายหาดเกาะแหลมกลัด (LK) ชายหาดแหลมกลัด อำเภอแหลมกลัด จังหวัดตราด	48
4.20	ปริมาณอินทรีคาร์บอนของดินในแต่ระยะห่างที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาด แหลมกลัด อำเ4อแหลมกลัด จังหวัดตราด	49
4.21	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินในแต่ละพิกัดที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาดแหลมกลัด อำเอแหลมกลัด จังหวัดตราด	49
4.22	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลที่ปลูกบริเวณชายหาดเกาะกระดาด จังหวัดตราด	50
4.23	ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในแต่ระยะห่างที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณเกาะกระดาด จังหวัดตราด	53
4.24	การวิเคราะห์สถิติปริมาณอินทรียวัตถุของดินในแต่ละพิกัดที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณเกาะกระดาด จังหวัดตราด	53

4.25 ปริมาณคาร์บอนกักเก็บ (Carbon storage) ในหญ้าทะเลชนิดต่างตามชายฝั่งภาคตะวันออกของประเทศไทย 54
4.26 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสะสมเฉลี่ยในดินตามชายฝั่งภาคตะวันออกของประเทศไทย 54

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	การวางพิกัดของจุดเก็บดินบริเวณอ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี	15
3.2	การวางพิกัดของจุดเก็บดินบริเวณหาดร็อคกาเดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง	16
3.3	การวางพิกัดของจุดเก็บดินบริเวณแหลมกลัด อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด	16
3.4	การวางพิกัดของจุดเก็บดินบริเวณเกาะกระดาด จังหวัด ตราด	17
3.5	อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน โดยใช้วิธี Core Method	18
3.6	การเก็บตัวอย่างดินจุดที่ 200 เมตรห่างจากชายฝั่ง บริเวณอ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี	18
3.7	การนำดินตัวอย่างที่ได้มาออกจากท่อเก็บดิน บริเวณแหลมกลัด อำเภอแหลมกลัด จังหวัดตราด	19
3.8	การวัดระดับความลึกของดินตัว	19
3.9	ลักษณะการเก็บดินตัวอย่างจากบริเวณพื้นที่ศาษาเพื่อนำไปผึ่งให้แห้ง ที่ระดับความลึก 0-20, 20-40 และ 40-60 เซนติเมตร บริเวณแหลมกลัด อำเภอแหลมกลัด จังหวัดตราด	20
3.10	ลักษณะดินตัวอย่างที่แห้งสนิท	20
3.11	การเก็บดินตัวอย่างที่แห้งแล้วใส่ถุงซิปใสเพื่อส่งวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน	21

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การเติบโตสีน้ำเงินหรือ Blue Growth นับเป็นแนวคิดใหม่ของสหภาพยุโรปหรืออียูที่ทั่วโลกให้สนใจรวมทั้งประเทศไทย เป็นการเจริญเติบโตที่ให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการให้ความสำคัญกับทะเลในฐานะเป็นทรัพยากรที่สำคัญ เช่น การประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ รวมไปถึงการเป็นแหล่งท่องเที่ยว โดยการเติบโตสีน้ำเงินจะเน้นการเจริญเติบโตโดยการใช้ประโยชน์จากทะเลอย่างเหมาะสมและยั่งยืน จากเดิมที่พบว่าป่าไม้มีบทบาทที่สำคัญในการบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศ หรือภาวะโลกร้อน โดยป่าไม้มีความสามารถในการดูดซับและสะสมคาร์บอน (carbon sequestration) ที่เรียกว่าคาร์บอนสีเขียว (green carbon) ในขณะเดียวกันระบบนิเวศทางทะเลและมหาสมุทร ก็สามารถดึงก๊าซคาร์บอนจากบรรยากาศมาเก็บสะสมไว้ได้ โดยมีชื่อเรียกว่า คาร์บอนสีน้ำเงิน (blue carbon) เช่นเดียวกัน เป็นการส่วนช่วยลดก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศได้ จากการประเมินพบว่าทะเลและมหาสมุทรมีพื้นที่ครอบคลุมถึง 2 ใน 3 ส่วนของโลก ดังนั้นจึงสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ถึง 22 ล้านเมตริกตันต่อวัน หรือคิดเป็น 55 เปอร์เซ็นต์ ของการกักเก็บทั่วทั้งโลก ซึ่งสูงกว่าการกักเก็บคาร์บอนด้วยป่าไม้ที่ระดับ 45 เปอร์เซ็นต์ (รัตนภรณ์, 2555; Richard et al., 2006) จึงนับว่าคาร์บอนสีน้ำเงินเป็นความหวังใหม่ในการจะนำมาใช้เพื่อวางแผนอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนได้

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 CO2 และ HCO3- (Edward et al., 2011) และคิดเป็นมูลค่าประมาณ 1.9 – 13.7 พันล้านเหรียญสหรัฐต่อปี (Pendleton et al., 2012)

ดิน คือ วัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการสลายตัวทางกายภาพ และทางเคมีของหินและแร่ รวมกับสารอินทรีย์ ที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์เป็นผิวชั้นบนที่หุ้มห่อโลก ซึ่งดินจะมีลักษณะและคุณสมบัติต่างกันไปในที่ต่างๆ ตามสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ วัตถุต้นกำเนิด สิ่งมีชีวิต และระยะเวลาการสร้างตัวของดิน ดินเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่ที่สำคัญซึ่งปริมาณคาร์บอนในดินมีประมาณ 3 เท่าของคาร์บอนที่มีในพืช และประมาณ 2 เท่า ของคาร์บอนในบรรยากาศ (IPCC, 2000) การจัดการดินและการใช้ประโยชน์ดินอย่างเหมาะสมมีผลอย่างมากต่อการสะสมคาร์บอนและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดิน ในการกักเก็บคาร์บอนได้นั้น ต้องอาศัยพืชในการช่วยกักเก็บลงดิน ในปัจจุบันดินที่อยู่บนบกมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนได้ในปริมาณที่ต่ำลง เนื่องมาจากการตัดไม้ทำลายป่า ทำให้พืชที่ช่วยกักเก็บคาร์บอนลงดินมีจำนวนต่ำลงตามไปด้วย ในปัจจุบันโลกได้มองไปในพื้นดินในมหาสมุทร ซึ่งมีพื้นที่ 2/3 ของโลก

ตามรายงานที่ออกมานั้น มหาสมุทรสามารถเก็บคาร์บอนได้ คิดเป็น 55 เปอร์เซ็นต์ ของการกักเก็บทั้งโลก ซึ่งสูงกว่าการกักเก็บคาร์บอนด้วยป่าไม้ ที่ระดับ 45 เปอร์เซ็นต์ ในการที่จะดูดซับคาร์บอนได้ดี ต้องอาศัยพืชในการช่วยกักเก็บ โดยพืชที่สามารถขึ้นในทะเลได้ เช่น หญ้าทะเล เป็นต้น (รัตนาภรณ์ อาณาประโยชน์, 2555

หญ้าทะเลเป็นพืชที่มีคุณค่ามากทั้งต่อระบบนิเวศหญ้าทะเล และวิถีชุมชน แนวหญ้าทะเลเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและอนุบาลสัตว์น้ำ การทำประมงชายฝั่ง และการเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของพะยูน ปัจจุบันพบว่า หญ้าทะเลทั่วโลกถูกทำลายไปแล้วประมาณ 29 เปอร์เซนต์ (Waycott *et al*., 2009) นับเป็นการสูญเสียที่ต้องเร่งฟื้นฟูกลับคืนมา ทั้งเพื่อความสมบูรณ์ของระบบนิเวศเอง และการดำรงชีวิตของมนุษย์ นอกจากนี้ การที่พบว่าหญ้าทะเลมีความสามารถในการดูดซับคาร์บอนในบรรยากาศได้ดีดังกล่าวมาแล้วนั้น ดังนั้นหญ้าทะเลจึงกลายมาเป็นหนึ่งในแหล่ง carbon sink ที่ดีด้วยเช่นกัน การลดการสะสมคาร์บอนในบรรยากาศนับเป็นกิจกรรมที่ต้องเร่งกระทำ เพราะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน (Macreadie *et al*., 2014) และเนื่องจากหญ้าทะเลแต่ชนิดจะมีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาเรื่องการกักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศหญ้าทะเลจึงเป็นเรื่องสำคัญมาก งานวิจัยในครั้งมุ่งศึกษาถึงบทบาทและความสามารถในการดูดซับคาร์บอนของหญ้าทะเลแต่ละชนิด ที่สอดคล้องกับโครงสร้างของดินแต่ละพื้นที่ ตามวิถีของการสร้างคาร์บอนสีน้ำเงินเพื่อใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์และส่งเสริมการปลูกหญ้าทะเลต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณคาร์บอนสะสมในดินรอบบริเวณแนวหญ้าทะเลบริเวณอ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี , หาดร็อคกาเดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง, แหลมกลัด อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด และ เกาะกระดาด จังหวัด ตราด
2. เพื่อประเมินสถานภาพปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บในระบบนิเวศทางทะเลชายฝั่งตะวันออกของประเทศไทย ผ่านทางชีวมวลและคาร์บอนสะสะสมสุทธิของหญ้าทะเลชนิดต่าง ๆ
3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมระหว่างชนิดของหญ้าทะเลและดินต่อความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน

ขอบเขตโครงงาน

ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพในดินชายฝั่งที่มีหญ้าทะเลขึ้น บริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยทำการสำรวจใน 4 พื้นที่ คือ บริเวณอ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ครอบคลุมพื้นที่ 900 ไร่, หาดร็อคกาเดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ครอบคลุมพื้นที่ 1250 ไร่, แหลมกลัด อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด ครอบคลุมพื้นที่ 1,125 ไร่ และ เกาะกระดาด จังหวัด ตราด ครอบคลุมพื้นที่ 675 ไร่

โดยทำการเก็บดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร โดยมีการว่างแถวและจุดเก็บตัวอย่างดินดังนี้ คือ จำนวน 10 แถว, 15 แถว และ 11 แถว ตามลำดับ ในแต่ละแถวประกอบไปด้วย 3 จุด ในการ

เก็บดินตัวอย่าง และมีระยะห่างระหว่างแถว และจุดเก็บดินตัวอย่างรวมไปถึงระยะห่างจากชายฝั่งถึงจุดแรกของแต่ละแถวของการเก็บดินตัวอย่าง 200 เมตร จากนั้นนำตัวอย่างดินในแต่ละจุดเก็บทำให้แห้งโดยผึ่งตัวอย่างในที่ร่ม และเก็บตัวอย่างในภาชนะปิดเพื่อใช้ในการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนต่อไป

จากนั้นทำความวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมระหว่างชนิดของหญ้าทะเลและดินต่อความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ต่อไป เช่น นำข้อมูลการวิจัยเป็นแนวทางในการอนุรักษ์เพื่อบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเล เช่น เลือกชนิดพันธุ์ของหญ้าในการปลูกขยายพันธุ์ เพื่อการลดการสะสมคาร์บอนในบรรยากาศได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงความสามารถในการสะสมคาร์บอนของหญ้าทะเลแต่ละชนิดที่เชี่ยมโยงกับความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในดินบริเวณชายฝั่ง และสามารถนำข้อมูลไปใช้ช่วยในการจัดการปัญหาระบบนิเวศในพื้นที่ชายฝั่งทะเล

กรอบแนวคิด ของการศึกษาวิจัย

การปลูกต้นไม้นับเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ ยังจะเห็นได้จากกิจกรรมปลูกป่าเพื่อลกปัญหาโลกร้อนที่มีมาอย่างต่อเนื่อง เดิมป่าไม้ถูกยกเป็นกลไกลสำคัญ หรือเครื่องมือในการช่วยลดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ โดยการดูดซับหรือกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ ภายใต้แนวความคิดของคาร์บอนสีเขียว (Green carbon) ของระบบนิเวศป่าไม้ และในความเป็นจริงที่ว่าโลกประกอบไปด้วยระบบนิเวศทางทะเลและมหาสมุทร ซึ่งกินพื้นที่ประมาณ 2 ใน 3 ของพื้นที่โลกทั้งหมด และระบบนิเวศทางทะเลมหาสมุทรมีความสามารถในการเป็น carbon sink ที่ดี สามารถกักเก็บคาร์บอนในบรรยากาศได้ถึง 22 ล้านเมตริกตันต่อวัน (Richard *et al*., 2006) ซึ่งสูงกว่าระบบนิเวศป่าไม้ ดังกล่าวมาแล้วนั้น ดังนั้นทรัพยากรทางทะเลจึงกลายมาเป็นสิ่งที่น่าจับมองในอันที่จะมีบทบาทในการเป็นพื้นที่ที่ใช้ในการกักเก็บคาร์บอน ภายใต้แนวคิดคาร์บอนสีน้ำเงิน (Blue carbon)

จากการศึกษาพบว่า ป่าชายเลนสามารถดูดซับคาร์บอนได้มากกว่าป่าบนบก กล่าวคือ ป่าบกสามารถดูดซับคาร์บอนได้ในปริมาณ 1,300 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ในขณะที่ป่าชายเลนสามารถดูดซับคาร์บอนหรือกักเก็บคาร์บอนสีน้ำเงินได้ประมาณ 6,200 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ในขณะที่สาหร่ายใบมะกรูดสามารถดูดซับคาร์บอนที่ละลายอยู่ในน้ำได้ถึง 9,600 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี แม้ว่าแหล่งที่อยู่อาศัยในทะเลที่ปกคลุมไปด้วยพืช (ocean’s vegetated habitats) โดยเฉพาะบริเวณป่าชายเลน ป่าพรุน้ำเค็มและแนวหญ้าทะเล แม้ว่าจะมีพื้นที่เพียง 0.5 เปอร์เซนต์ จากพื้นดินใต้ทะเลทั้งหมด แต่สามารถสะสมคาร์บอนสีน้ำเงินได้มากกว่า 50 เปอร์เซนต์ ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งที่มีความสามารถในการสะสมคาร์บอนหนาแน่นที่สุดบนโลก

และจากการประชุมเจรจาประเทศสมาชิกอนุสัญญาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) ครั้งที่ 15 ณ เมืองโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก ระบุว่าถึงความสามารถของป่าชายเลน

และหญ้าทะเลในอันที่จะช่วยดูดซับ หรือกักเก็บคาร์บอนได้ดี และการที่หญ้าทะเลนอกจะมีบทบาทในการเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์อ่อน และเป็นอาหารหลักที่สำคัญของพะยูนแล้ว ยังมีบทบาทสำคัญในอันที่จะช่วยดูดซับหรือกักเก็บคาร์บอนได้ดีอีกด้วย โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่า การสังเคราะห์แสงของพืช ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ ถือเป็นการวิจัยที่มุ่งเตรียมความพร้อมและศึกษาหารูปแบบวิธีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี เพื่อความยั่งยืนทั้งทางระบบเศรษฐกิจ สังคม และระบบนิเวศ ในอันที่จะช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เพื่อมุ่งไปสู่การพัฒนาตามนโยบายการส่งเสริมคาร์บอนต่ำของประเทศไทย ตามยุทธศาสตร์การวิจัยของประเทศในการเป็นสังคมคาร์บอนต่ำได้ภายในปี 2593 (ยุทธศาสตร์การวิจัยรายประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (พ.ศ. 2556-2559)

กรอบแนวคิดในการศึกษาครั้งนี้ จะศึกษาปริมาณการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในดินชายฝั่งบริเวณหญ้าทะเลขึ้น ซึ่งการกักเก็บคาร์บอน (Carbon storage) ในดินของพื้นที่ในทะเล เป็นแนวทางหนึ่งที่หลายประเทศนำไปใช้เพื่อประโยชน์ในการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ซึ่งสามารถดำเนินการได้ทันทีโดยอาศัยการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ของพืชในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ไปเก็บสะสมไว้ในส่วนของเนื้อเยื่อพืช และเมื่อเศษซากพืชเหล่านี้หลุดร่วงหรือตายลง สารอินทรีย์เหล่านั้น จึงถูกย่อยสลาย และบางส่วนที่ย่อยสลายยาก เก็บสะสมอยู่ในดินต่อไปในรูปของอินทรียวัตถุ (Soil organic matter) คาร์บอนอาจคงอยู่ในดินได้เป็นเวลายาวนาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และการจัดการดินในพื้นที่เนื่องจากการพืชที่เหมาะสมในพื้นที่ ที่มีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินที่ดีมีส่วนช่วยให้การสะสมอินทรีย์คาร์บอนในดินของพื้นที่นั้นเพิ่มขึ้น

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

หญ้าทะเล

หญ้าทะเลเป็นพืชน้ำชั้นสูงที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศทางทะเล เพราะผลผลิตจากกระบวนการสังเคราะห์แสงจะให้ทั้งอาหารและออกซิเจนแก่สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในทะเล หญ้าทะเลเป็นแนวเชื่อมประสานระหว่างป่าชายเลนและแนวปะการัง แหล่งหญ้าทะเลเป็นทั้งแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งหากิน แหล่งวางไข่ และแหล่งอนุบาลตัวอ่อนสัตว์น้ำ รวมทั้งยังเป็นแหล่งหากินที่สำคัญของสัตว์ทะเลที่ใกล้สูญพันธุ์อย่างพะยูน เต่าทะเลและโลมาหลายชนิด เช่น โลมาหลังหนวด และโลมาปากขวด เนื่องจากแหล่งหญ้าทะเลมีความสำคัญทั้งทางเศรษฐกิจและระบบนิเวศชายฝั่ง แต่พบว่าปัจจุบันแหล่งหญ้าทะเลในบริเวณต่าง ๆ รวมทั้งประเทศไทยกำลังอยู่ในสภาวะเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติสิ่งแวดล้อม ความรู้ไม่ถึงความสำคัญ การไม่ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของแหล่งหญ้าทะเล การละเลยต่อการป้องกันแหล่งหญ้าทะเล ซึ่งเกิดจากกิจกรรมหรือการกระทำของมนุษย์ จะมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อแหล่งหญ้าทะเลทั้งทางตรงและทางอ้อม (สมบัติและคณะ, 2549) คุณลักษณะของหญ้าทะเลที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือความสามารถในการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูง จึงมีส่วนช่วยในเรื่องการลดภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย (Short et al., 2007)

จากการศึกษาและสำรวจหญ้าทะเลทั่วโลก พบว่ามีทั้งหมด 72 ชนิด ใน 6 วงศ์ ได้แก่ Cymodocaceae (มี 5 สกุล: *Halodule*, *Cymodocea*, *Syringodium*, *Thalassodendron*, และ *Amphibolis*), Hydrocharitaceae (มี 3 สกุล ที่เป็นหญ้าทะเล คือ*Thalassia*, *Halophila*, และ *Enhalus*), Posidoniaceae (มีเพียงสกุลเดียวคือ *Posidonia*), Zosteraceae (มี 3 สกุล: *Zostera*, *Heterozostera* และ *Phyllospadix*), Zannichelliaceae (มี 4 สกุล: *Zannichellia, Althenia, Pseudalthenia* และ *Lepilaena*) และ Ruppiaceae (มี 1 สกุล คือ *Ruppia*) (den Hartog and Kuo, 2006; Short et al., 2011) ในประเทศไทยมีหญ้าทะเลทั้งทางฝั่งทะเลอันดามันและชายฝั่งทะเลอ่าวไทย โดยฝั่งอ่าวไทยจะพบหญ้าทะเลทั้งหมด 12 ชนิด คือ หญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*), หญ้าชะเงาเต่า (*Thalassia hemprichii*), หญ้าเงาแคระ (*Halophila beccarii*), หญ้าเงาใส (*Halophila decipiens*), หญ้าเงาใบเล็ก (*Halophila minor*), หญ้าเงาหรือหญ้าอำพัน (*Halophila ovalis*), หญ้ากุยช่ายเข็ม (*Halodule pinifolia*), หญ้ากุยช่ายทะเล (*Halodule uninervis*), หญ้าชะเงาใบฟันเลื่อย (*Cymodocea serrulata*), หญ้าชะเงาใบมน (*Cymodocea rotundata*), หญ้าต้นหอมทะเล (*Syringodium isoetifolium*) และหญ้าตะกานน้ำเค็ม (*Ruppia maritime*) ซึ่งอยู่ใน 3 วงศ์ คือ Cymodocaceae, Hydrocharitaceae และ Ruppiaceae ส่วนฝั่งอันดามันจะมีหญ้าทะเล 11 ชนิด ซึ่งเหมือนกับที่พบบริเวณชายฝั่งอ่าวไทย แต่ไม่พบหญ้าตะกานน้ำเค็ม (สมบัติและคณะ, 2549)

สมดุลในระบบหญ้าทะเล

แหล่งหญ้าทะเลเป็นมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลและความสมดุลในระบบนิเวศแหล่งหญ้าทะเล โดยปกติแล้วปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลมีดังนี้

1. อนุภาคดินตะกอน เป็นตัวกำหนดชนิด อัตราการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของหญ้าทะเล ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด พบตั้งแต่ทรายหยาบ ทรายปนซากปะการัง ทรายปนโคลน ไปจนถึงโคลนละเอียด

2. ความเค็มของน้ำทะเล หญ้าทะเลแต่ละชนิดมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความเค็มของน้ำทะเลต่างกัน ชนิดที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงได้ดีสามารถเจริญได้ในบริเวณที่มักมีระดับความเค็มเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่น บริเวณน้ำกร่อย ปากแม่น้ำ ส่วนหญ้าทะเลชนิดที่ไม่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงมักเจริญในบริเวณที่มีระดับความเค็มคงที่

3. ความลึกของน้ำทะเล มีความสัมพันธ์กับความทนทานต่อการผึ่งแห้ง เนื่องจากหญ้าทะเลที่เจริญในบริเวณน้ำตื้น มักมีความทนทานต่อการผึ่งแห้งในขณะที่น้ำลงมากๆ ชนิดที่ทนทานได้ดีสามารถเจริญได้ดี ส่วนชนิดที่ทนทานได้ไม่ดีนักมักเจริญในบริเวณน้ำลึก อย่างไรก็ตามหญ้าทะเลจำเป็นต้องใช้แสงในกระบวนการสร้างอาหาร ดังนั้นหญ้าทะเลมักเจริญเติบโตในระดับที่ระดับความลึกที่มีความเข้มแสงเพียงพอเพื่อการเจริญเติบโต

4. ความขุ่นของน้ำทะเล ความขุ่นของน้ำเกิดจากการแขวนลอยของตะกอนหรืออนุภาคของสารในมวลน้ำ มักเกิดในบริเวณที่มีการหมุนวนของน้ำในบริเวณที่มีตะกอนดิน เช่น บริเวณปากแม่น้ำ ป่าชายเลน หรือบริเวณที่มีกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำเหมืองแร่ในทะเล ความขุ่นส่งผลต่อคุณภาพของแสงที่ส่องผ่านผิวน้ำลงไปยังหญ้าทะเล กล่าวคือถ้าน้ำมีความขุ่นมากคุณภาพแสงจะลดลง ส่งผลกระทบต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของหญ้าทะเลด้วย

5. ความรุนแรงของคลื่นลม แม้ว่าระบบรากของหญ้าทะเลสามารถชอนไชและยึดพื้นได้ดี แต่กระแสความแรงของคลื่นมีมากเกินไป จะกระทบต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล ทำให้ต้นหญ้าทะเลหลุดออกจากพื้นดิน ดังนั้นจึงพบหญ้าทะเลในบริเวณที่มีคลื่นลมไม่รุนแรงมากนัก

คาร์บอนในดิน

การกักเก็บคาร์บอนในดิน (soil carbon sequestration) เป็นวิธีการที่มีศักยภาพสูงในการเป็นกลไกการลดก๊าซเรือนกระจก โดยแนวทางการจัดการดินอย่างยั่งยืนจะส่งเสริมการสะสมคาร์บอนและฟื้นฟูคุณภาพดิน เช่น วิธีการอนุรักษ์ดิน การจัดการอินทรียวัตถุในดิน การเกษตรเชิงอนุรักษ์ เป็นต้น

อินทรียวัตถุ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของดินท่าให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ได้โดยธรรมชาติ นอกจากนี้อินทรียวัตถุ ประกอบไปด้วยอินทรีย์คาร์บอน (Soil Organic Carbon) ถึง 58 เปอร์เซ็นต์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ซึ่งอินทรีย์คาร์บอนเป็นแหล่งพลังงานของ

จุลินทรีย์ในดิน นอกจากนี้การกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบของอินทรียวัตถุที่อยู่ในดิน ที่ถูกมองว่าเป็นวิธีหนึ่งที่จะลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และสามารถใช้อินทรีย์คาร์บอนเป็นตัวชี้วัดปริมาณอินทรียวัตถุหรือแม้แต่ลักษณะของการใช้ที่ดิน (ศุภธิดา อ่าทอง และ พันศักดิ์ ธาดา, 2553) เช่น อินทรีย์คาร์บอนที่มีบทบาทต่อดิน ที่เป็นองค์ประกอบ 2-25 เปอร์เซ็นต์ จากอินทรียวัตถุทั้งหมดที่ใส่เพิ่มลงไปในดิน (Carter M.R., D.A. Angers, E.G. Gregorich. and M.A. Bolinder, 2003) อินทรียวัตถุที่แทรกอยู่ในอนุภาคของดิน (Particulate Organic Matter: POM) แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ อินทรีย์คาร์บอนที่แทรกตัวในดินอนุภาคขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 0.250 มิลลิเมตร ถึง 1,000 มิลลิเมตร (Carbon in Large Particle Size Fraction: CLPSF) และ อินทรีย์คาร์บอนที่แทรกตัวในดิน อนุภาคขนาดเล็ก ตั้งแต่ 0.053 มิลลิเมตร ถึง 1,000 มิลลิเมตร (Carbon in Fine Particle Size Fraction : CFPSF) (Modified from Cambardella and Elliot, 1992) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดคุณภาพดินสามารถชี้ให้เห็นถึงการจัดการดิน อย่างเช่นการเติมเศษวัสดุอินทรีย์ ลงในดินก่อนปลูกพืชเมื่อย่อยสลายได้อินทรีย์คาร์บอนในส่วนของ CLPSF และ CFPSF จะช่วยเสริมสร้างความคงทนของเม็ดดิน เพิ่มการถ่ายเทอากาศ การแทรกซึมของน้ำลดลง เพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินและที่สำคัญ คือลดความเป็นพิษของโลหะหนักและสารเคมีที่ตกค้างในดิน โดยอินทรีย์คาร์บอนในส่วน CLPSF และ CFPSF ดังกล่าวจะเรียกว่า Labile carbon หรือ คาร์บอนในส่วนที่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย เป็นคาร์บอนส่วนที่ตอบสนองอย่างรวดเร็วเมื่อมีการจัดการดินหรือถูกเปลี่ยนแปลงในระยะสั้นๆและสามารถสะท้อนให้เห็นถึงความรุนแรงและระยะเวลาของการใช้ที่ดินประมาณ 1-5 ปี ดังนั้น การวิเคราะห์หาความเข้มข้นและปริมาณของอินทรีย์คาร์บอนจะทำให้เห็นความแตกต่างของการใช้ที่ดินมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงและแก้ไขคุณภาพของดิน

อินทรียวัตถุ

อินทรียวัตถุ (Organic matter) คือ สิ่งที่ได้จากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ซากพืช ซากสัตว์ รวมถึงสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ รวมไปถึงเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้ว มีความสำคัญในแง่ของการควบคุมคุณสมบัติของดินทั้งด้านกายภาพ เคมี ชีวภาพ ในดินที่มีอินทรียวัตถุสูงดินจะจับตัวกันเป็นก้อนโปร่ง มีการระบายอากาศและระบายน้ำดี เหมาะแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดิน ปริมาณของจุลินทรีย์ดินขึ้นอยู่กับปริมาณของอินทรียวัตถุในดิน หรือสารอินทรีย์คาร์บอนที่ใส่ลงไปในดิน

อินทรียวัตถุช่วยส่งเสริมให้อนุภาคของดินจับตัวกันเป็นก้อน (Granulation) โดยเฉพาะการรวมตัวกันของอนุภาคต่างๆ ในดินหรือเซลล์จุลินทรีย์ในดินได้เป็นอย่างดี ช่วยลดความหนืด (Plasticity) และการเกาะยึดกันเอง (Cohesion) ของดิน ตลอดจนช่วยให้ดินมีความจุในการอุ้มน้ำ โดยอินทรียวัตถุในดินมีความสามารถดูดซับน้ำไว้ได้ประมาณ 6-20 เท่าของน้ำหนัก ทั้งนี้เนื่องจากเป็นอนุภาคขนาดเล็กและมีลักษณะเป็นสารคอลลอยด์ จึงมีพื้นที่ผิวในการดูดซับน้ำไว้ได้มาก นอกจากนี้ยังช่วยในการถ่ายเทอากาศได้อีกด้วย นอกจากนี้อินทรียวัตถุในดินมีประจุลบเป็นจำนวน

มากและมีความสามารถในการดูดซับไอออนบวกได้สูง จึงมีผลให้ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลง pH ได้ดี อินทรียวัตถุในดินมีธาตุอาหารต่างๆ ของพืชเป็นองค์ประกอบหรือผสมอยู่ ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้จะถูกปลดปล่อยออกมาสะสมอยู่ในดิน หลังจากอินทรียวัตถุย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ธาตุอาหารพืชที่เป็นประจุบวกซึ่งดูดซับอยู่โดยอินทรียวัตถุ ยังเป็นประโยชน์ต่อพืชได้เช่นเดียวกัน โดยประจุบวกที่ถูกดูดซับอยู่จะถูกแลกเปลี่ยนหรือแทนที่โดยประจุบวกด้วยกันเอง และอีกประการหนึ่งอินทรียวัตถุที่มีสมบัติเป็นกรด หรือกรดที่เกิดขึ้นจากคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะถูกปลดปล่อยออกมา เมื่ออินทรียวัตถุสลายตัวและยังช่วยสลายธาตุอาหารบางชนิดให้เป็นประโยชน์ต่อพืชอีกด้วย อินทรียวัตถุในดินเป็นอาหารของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์พวกที่ใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอน (Heterotrophic) ดินที่มีอินทรียวัตถุในปริมาณที่สูง จะทำให้จุลินทรีย์ในดินสูงด้วย ซึ่งเป็นผลให้กิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ เช่น การแปรสภาพของธาตุอาหารพืช การตรึงไนโตรเจน ฯลฯ เกิดขึ้นในดินได้เป็นอย่างดี

ดินตะกอน

ดินตะกอน (Sediments) หมายถึง อนุภาคที่อาจเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ซึ่งเกิดจากการพังทลายของดิน (Soil erosion) หรือการที่หินหรือดินบริเวณใกล้แหล่งน้ำถูกกัดเซาะ รวมทั้งโครงสร้างที่เป็นของแข็งของสิ่งมีชีวิตที่ถูกพัดพามาหรือเกิดขึ้นภายในแหล่งน้ำ แล้วสิ่งเหล่านี้ได้มีการตกตะกอนทับถมลงบนพื้นท้องน้ำ อาทิ บริเวณพื้นที่ทะเล พื้นที่ทะเลสาบ พื้นที่ของแม่น้ำ น้ำตก เป็นต้น (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548)

ดินตะกอนจัดเป็นระบบนิเวศที่มีความสมบูรณ์อยู่ในตัวของมันเองในเชิงของห่วงโซ่อาหารบริเวณพื้นท้องน้ำ ดินตะกอนจัดเป็นแหล่งอาหาร แหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งสืบพันธุ์ วางไข่และหลบภัยของสัตว์หน้าดิน (Benthos) ทั้งยังเป็นที่ยึดเกาะและแหล่งธาตุอาหารของป่ายเลน พรรณไม้น้ำ สาหร่ายและหญ้าทะเล เป็นแหล่งสะสมและกักเก็บธาตุอาหาร (Sink and source or nutrients) ตลอดจนเป็นแหล่งธาตุอาหารแก่มวลน้ำเบื้องบน เนื่องจากในดินตะกอนจะเป็นที่รวมของผู้ย่อยสลายอย่างมากมาย นอกจากนี้ดินตะกอนยังมีอิทธิพลต่อคุณภาพของแหล่งน้ำ และกำลังผลิตของแหล่งน้ำในภาพรวม ที่สำคัญคุณลักษณะของดินตะกอนยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการปนเปื้อนของสารต่างๆได้ดีกว่าการใช้คุณลักษณะของน้ำ เพราะดินตะกอนจะผันแปรตามเวลาช้ากว่าน้ำ

ดินตะกอนในบริเวณชายฝั่ง อาจมีสารอินทรีย์ใหม่ในปริมาณสูง แต่ในทะเลลึกที่ตะกอนสะสมอย่างช้าๆ สารอินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกย่อยสลายไปโดยกระบวนการของจุลินทรีย์ภายในไม่ช้าหลังจากการตกตะกอน สารอินทรีย์ในทะเลมีความสำคัญมาก เพราะมีอิทธิพลควบคุมการเปลี่ยนแปลงหลังการตกตะกอน การแพร่กระจายของปริมาณสารอินทรีย์รวมในตะกอนมีค่าสูงเมื่ออยู่ใกล้ฝั่ง และมีค่าลดลงเมื่ออยู่ห่างฝั่งออกไปเรื่อยๆ ปริมาณดังกล่าวมีค่าค่อนข้างน้อยเมื่ออยู่ในทะเลลึก ชนิดของสารอินทรีย์ที่พบในตะกอนแต่ละบริเวณมักจะแตกต่างกันไปตามสถานณ์ที่ เช่น ในตะกอนใกล้ฝั่งอาจมีกรดฮิวมิคสูงกว่าร้อยละ 50 ของสารอินทรีย์รวม แต่ในทะเลลึกอาจมีไม่ถึง

ร้อยละ 5 อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบย่อยของสารอินทรีย์ในดินตะกอนทะเลลึก มักจะคล้ายคลึงกันมากกว่าส่วนการที่สารอินทรีย์จะตกค้างอยู่ในดินตะกอนได้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับอัตราการตกตะกอนของตะกอนทุกประเภท และอัตราการย่อยสลายหรือเปลี่ยนแปลงรูปของสารในแหล่งนั้น (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548)

ชายฝั่งทะเลของไทย

ประเทศไทยมีชายฝั่งทะเลอยู่ 2 ฝั่ง คือ

1. ฝั่งอ่าวไทย ซึ่งตั้งอยู่ในทะเลจีนใต้ มหาสมุทรแปซิฟิก และฝั่งทะเลอันดามัน ในมหาสมุทรอินเดีย ฝั่งอ่าวไทยแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ อ่าวไทยด้านตะวันออก ได้แก่ บริเวณฝั่งทะเลตั้งแต่จุดกึ่งกลางระหว่างปากแม่น้ำท่าจีนกับแม่น้ำเจ้าพระยาไปทางตะวันออก วกไปจนจรดเขตแดนประเทศกัมพูชา บริเวณบ้านหาดเล็ก จังหวัดตราด รวมความยาวประมาณ 544 กิโลเมตร และอ่าวไทยด้านตะวันตก เริ่มจากจุดกึ่งกลางระหว่างปากแม่น้ำท่าจีน กับแม่น้ำเจ้าพระยาไปทางตะวันตก วกลงไปทางใต้จรดเขตแดนประเทศมาเลเซีย ที่ปากแม่น้ำสุไหงโกลก จังหวัดนราธิวาส ระยะทางยาวประมาณ 1,334 กิโลเมตร

2. ฝั่งทะเลอันดามัน นับตั้งแต่ปากน้ำกระบุรี จังหวัดระนอง ซึ่งจรดกับเขตแดนของประเทศสหภาพพม่า เรื่อยลงไปทางใต้จนถึงเขตแดนของประเทศมาเลเซียที่จังหวัดสตูล ซึ่งอยู่ในช่องแคบมะละกา ระยะทางยาวประมาณ 937 กิโลเมตร รวมความยาวชายฝั่งทะเลไทยทั้งหมดได้ประมาณ 2,815 กิโลเมตร

ลักษณะชายฝั่งทะเล

พื้นที่ในทะเล ซึ่งอยู่ระหว่างอ่าวไทยฝั่งตะวันออก บริเวณช่องแสมสาร จังหวัดระยอง กับอ่าวไทยฝั่งตะวันตก บริเวณเหนืออำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จนถึงก้นอ่าวไทย เรียกว่า "อ่าวประวัติศาสตร์" บริเวณที่เรียนกันว่า ก้นอ่าวไทย คือ ชายฝั่งทะเลตั้งแต่ปากน้ำแม่กลอง ท่าจีน เจ้าพระยา จนถึงบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ซึ่งพื้นที่บริเวณนี้มีความอุดมสมบูรณ์ และมีความหลากหลายทางชีวภาพ

ลักษณะชายฝั่งของประเทศไทย ส่วนมากเป็นหาดทราย ที่มีความสูงไม่มากนัก ส่วนบริเวณปากแม่น้ำและใกล้เคียง เป็นหาดทราย โคลนหรือหาดทรายปนโคลน เนื่องจากเปลือกโลกมีความเคลื่อนไหว ตลอดเวลา ทำให้เกิดการยกตัวสูงขึ้น หรือบางแห่งก็ยุบจมต่ำลง ลักษณะชายฝั่งทะเล จึงสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

ชายฝั่งทะเลยกตัว (Emerged shoreline) เป็นชายทะเล ที่เกิดขึ้นจากการที่เปลือกโลกยกตัวขึ้น หรือฝั่งทะเลลดระดับลง ทำให้บริเวณที่เคยจมอยู่ใต้ระดับน้ำทะเลโผล่พ้นผิวน้ำขึ้นมา รูปร่างของแนวชายฝั่งมักเรียบตรง ไม่ค่อยเว้าแหว่งมาก ชายฝั่งแบบนี้มีตัวอย่างเห็นได้ในภาคใต้ ฝั่งตะวันออกด้านอ่าวไทย

ชายฝั่งทะเลยุบตัว (Submerged shoreline) เป็นลักษณะของชายฝั่งที่เปลือกโลกมีการยุบระดับต่ำลง ทำให้น้ำทะเลไหลเข้ามาท่วมบริเวณผืนดินชายฝั่ง และเกิดเป็นแนวชายฝั่งขึ้นใหม่ในบริเวณ ที่เป็นผืนแผ่นดินมาแต่เดิม ชายฝั่งทะเลประเภทนี้ส่วนใหญ่มักเป็นหน้าผาชัน ไม่ค่อยมีที่ราบชายฝั่ง และแนวชายฝั่งมีลักษณะเว้าแหว่งมาก หากลักษณะภูมิประเทศเดิมเป็นภูเขา เมื่อเกิดการยุบจมมักจะเกิดเป็นเกาะต่างๆ ลักษณะชายฝั่งทะเลยุบตัวที่เห็นได้ชัดเจน เช่น ชายฝั่งบริเวณจังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล นอกจากนี้ แม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเลส่วนมากจะมีปากแม่น้ำกว้างเป็นพิเศษ ซึ่งเรียกปากน้ำชนิดนี้ว่า ชะวากทะเล ตัวอย่างเช่น บริเวณปากแม่น้ำกระบุรี จังหวัดระนอง เป็นต้น

ชายฝั่งทะเลคงระดับ (Neutral shoreline) เป็นลักษณะชายฝั่งที่เปลือกโลกไม่มีการเคลื่อนไหวมาเป็นเวลานาน ทำให้แนวชายฝั่งอยู่คงที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพของฝั่งตามสภาพปกติ ดังเช่น บริเวณดินดอนปากแม่น้ำเจ้าพระยา จากพลังของคลื่น ลม และกระแสน้ำที่กระทบชายฝั่งตลอดเวลา จึงเกิดการกัดเซาะชายฝั่งให้สึกกร่อนพังทลายไป และบางส่วนอาจเกิดการตกตะกอนทับถม จึงทำให้รูปร่างของชายฝั่งทะเลแตกต่างกันไป

ความสามารถของดินในการสะสมคาร์บอน

คาร์บอนในดินกำเนิดมาจากมวลชีวภาพของพืชผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงในการเปลี่ยน รูปอินทรีย์คาร์บอนในบรรยากาศมาเก็บไว้ในรูปของอินทรีย์คาร์บอนในมวลชีวภาพ เมื่อส่วนต่างๆ ของพืช ร่วงหล่นและถูกย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินจะกลายเป็นอินทรีย์คาร์บอนสะสมไว้ในดินซึ่งรวมไปถึงสารอินทรีย์ที่พืชปลดปล่อยออกมาทางรากพืช เซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้วและสารที่จุลินทรีย์ สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ กระบวนการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินดังกล่าว เรียกว่า “การกักเก็บคาร์บอน”(carbon sequestration) ซึ่งจัดว่าเป็นหนึ่งในแนวทางการจัดการคาร์บอนเพื่อลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศโดยเก็บสะสมไว้ในดินในรูปของอินทรีย์คาร์บอนที่สลายตัวยาก จากการศึกษาคาร์บอนในดิน ส่วนใหญ่ในช่วงเวลาที่ผ่านมาพบว่า การศึกษาเน้นหนักในการนำคาร์บอนไปใช้ประโยชน์ด้านความอุดม สมบูรณ์ของดินและการปรับปรุงดินเป็นหลัก (Houghton and Hackler, 2001) แต่งานวิจัยทางด้านการ ใช้ประโยชน์ในแง่ของการลดก๊าซเรือนกระจกยังมีอยู่น้อย

โดยทั่วไป คาร์บอนในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารประกอบฮิวมัสซึ่งเป็นคาร์บอนที่เสถียร เนื่องจากมีโครงสร้างที่ซับซ้อนจึงย่อยสลายยาก และส่วนน้อยที่พบในรูปคาร์บอนอนินทรีย์ เช่น สารประกอบคาร์บอเนต คาร์บอนอินทรีย์ในดินเป็นส่วนที่เกิดการเปลี่ยนรูปได้ง่ายกว่าคาร์บอนในรูป สารอินทรีย์ทำให้คาร์บอนอินทรีย์ในดินเปรียบเสมือนตัวควบคุมสมดุลการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนในดิน จากรายงานของ IPCC (2001) พบว่า สัดส่วนของคาร์บอนที่กักเก็บในดินทั่วโลกที่ความลึก 1 เมตร ในระบบ นิเวศต่าง ๆ (ecosystems) ได้แก่ ป่าเขตร้อน ป่าเขตอบอุ่น ป่าเขตหนาว ทุ่งหญ้าเขตร้อน ทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น ทะเลทราย เขตทุนดร้า พื้นที่ชุ่มน้ำและพื้นที่เกษตรกรรม มีปริมาณคาร์บอนรวม 2,011 พันล้านตันคาร์บอน ต่อปีมีมากกว่าในพืชพรรณซึ่งมีปริมาณรวม 446 พันล้านตันคาร์บอนต่อปีซึ่งในแต่ละระบบนิเวศปริมาณ คาร์บอนในดินมีสัดส่วนสูงที่สุดในพื้นที่ป่าเขตหนาว คือ มีปริมาณคาร์บอน 471 พันล้านตันคาร์บอนต่อปี รองลงมามีในดินทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น

เขตร้อน และดินในพื้นที่ชุ่มน้ำมีปริมาณ 295 264 และ 225 พันล้านตัน คาร์บอนต่อปีตามลำดับ ในขณะที่ในพืชจะมีมากในส่วนที่เป็นป่าเขตร้อนเท่านั้น คือ มีปริมาณคาร์บอน 212 พันล้านตัน คาร์บอนต่อปี

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและรูปแบบของการใช้ประโยชน์มีผลต่อปริมาณคาร์บอน ในดิน ซึ่ง (Van Noordwijk, Gerri, Woomer, Nugroho and Bernoux, 1997) รายงานว่า ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินจะมีมากที่สุดในป่า สมบูรณ์รองลงมาเป็นป่าที่ถูกรบกวน และท้ายสุดเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ส่วน Eswaran et al. (1993) รายงานว่า ดินที่มีการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุดพบในพื้นที่ป่าไม้เขตทุนดร้าซึ่งส่วนใหญ่เป็นดินอินทรีย์ รองลงมา ได้แก่ ในป่าเขตร้อนและพื้นที่เกษตรซึ่งจัดเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนได้อย่างดีและมีศักยภาพ ในการกักเก็บคาร์บอนได้ในปริมาณที่สูงถ้ามีเทคโนโลยีและการจัดการที่เหมาะสม โดยปริมาณคาร์บอน อินทรีย์ที่สะสมในดินมีความผันแปรขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความชื้นในดิน ลักษณะโครงสร้างของดิน และระดับความลึกดิน นอกจากนี้ (Cerri and Andreux,1990) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนในพื้นที่ป่าเขตร้อนและพื้นที่ป่าที่เปลี่ยนเป็นพื้นที่ทุ่งหญ้าและพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งมีการปลูกอ้อยเป็นเวลานานใน ประเทศอินโดนีเซีย พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุที่สะสมในช่วงที่พื้นที่ยังเป็นป่าจะถูกใช้หมดไปในช่วง 50 ปี แรกของการปลูกอ้อย หลังจากนั้นปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่เกิดขึ้นจะเป็นผลจากกิจกรรมการปลูกและ การจัดการดินในการปลูกอ้อย

การกักเก็บคาร์บอนในดิน พบว่า ปริมาณคาร์บอนส่วนใหญ่มีการสะสมที่บริเวณผิวดินหรือดินชั้นบนมากกว่าที่ระดับความลึกลงไป (Ma, Wood and Bransby, 2000) รายงานว่า การสะสมคาร์บอนสู่ดินในพื้นที่ ปลูกหญ้า switchgrass ในพื้นที่ดินร่วนปนทราย เกิดขึ้นมากที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรจากผิวดิน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในดินระหว่างพื้นที่ปลูกหญ้า switchgrass และพื้นที่ควบคุมซึ่งไม่มีการปลูกพืชในช่วงเวลา 2 ปีพบว่า ไม่มีความแตกต่างทั้งในดินเหนียว และดินทราย จากการศึกษาระบบการปลูกพืช 2 แบบ คือ ระบบการปลูกพืชแซม มันฝรั่ง–ข้าวโพด และ ระบบการปลูกพืชหมุนเวียน ข้าวโพด–พืชคลุมดิน ต่อการเปลี่ยนแปลงอินทรีย์คาร์บอนในดินที่มีการทำลาย และ เผาป่าในประเทศไนจีเรีย ซึ่งมีการทดลองใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ผลการทดลอง พบว่า ในปีแรก อินทรีย์คาร์บอนในดินลดลงประมาณ 0.4 เปอร์เซ็นต์ แต่ในระหว่าง 4 ปีหลัง ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน เพิ่มขึ้นจากปีแรก โดยมีค่าต่ำกว่าปริมาณเริ่มต้นการทดลองประมาณ 0.2 เปอร์เซ็นต์ โดยระบบการปลูกพืช หมุนเวียน ข้าวโพด–พืชคลุมดิน มีระดับอินทรีย์คาร์บอนในดินมากกว่าระบบมันสำปะหลัง–ข้าวโพด และในการทดลองแบบใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีแนวโน้มทำให้ปริมาณคาร์บอนเพิ่มขึ้นทั้ง 2 ระบบการปลูก แต่ไม่แตกต่าง กันทางสถิติ (Agterberg and Van der Heide, 1992)

คาร์บอนสีน้ำเงิน (Blue Carbon)

คาร์บอนสีน้ำเงิน คือคาร์บอนที่ถูกเก็บไว้โดยระบบนิเวศทางทะเลและชายฝั่ง เช่น ป่าชายเลน หญ้าทะเลและสาหร่ายทะเล โดยการดูดซับคาร์บอนจากบรรยากาศเข้ามาเก็บไว้ในพืชเอง ผ่านกระบวนการดำลังชีวิต เช่น การสังเคราะห์แสง และกักเก็บไว้ในดิน ระบบนิเวศทางทะเลและชายฝั่งถือเป็นแหล่งทรัพยากรที่มีคุณค่ามหาศาลในการทำหน้าที่เป็น carbon sink เพื่อการกักเก็บคาร์บอน ในขณะที่คาร์บอนสีน้ำเงิน ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญอย่างหนึ่งในการมีลดการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศของโลก (http://www.unesco.org/)

ระบบนิเวศของหญ้าทะเล เป็นระบบนิเวศที่ใกล้ชิดกับมนุษย์ หรือชุมชนชายฝั่งเป็นอย่างมาก ทั้งวิถีชีวิต เช่น การทำการประมง รักษาสมดุลในทะเล รวมทั้งเป็นอาหารของพะยูน ชนิดของหญ้าทะเลพบว่ามีการบันทึกไว้ว่าทั่วโลกมีทั้งหมด 15 สายพันธุ์ (Short et al., 2007) ในขณะประเทศไทยพบเพียง 12 สายพันธุ์กระจายอยู่ทั่วไปตามแนวทะเลฝั่งอ่าวไทย และอันดามัน จากการศึกษาพบว่าหญ้าทะเลมีศักยภาพในการใช้คาร์บอน หรือดูดซับคาร์บอนจากบรรยากาศมากกว่าป่าในเขตร้อนประมาณ 40 เท่า (Duarte et al., 2005) แต่ความเข้าในเชิงลึกยังมีจำกัดเมื่อเปรียบเทียบกับปะการัง หรือป่าชายเลน (Orth et al., 2006) Fourqurean et al. (2012) ได้รายงานการวิจัยเกี่ยวกับสถานะการทำหน้าที่เป็น carbon sink ของหญ้าทะเลที่สำคัญของโลก โดยพบว่า หญ้าทะเลสามารถดูดซับคาร์บอนได้มากถึง 83,000 เมตริกตันต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งมากกว่าป่าบนบกซึ่งมีความสามารถในการดูดซับคาร์บอนในบรรยากาศไดมาที่สุด 30,000 เมตริกตันต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งนับเป็นรายงานการวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับคาร์บอนของหญ้าทะเลฉบับแรก และได้สร้างปรากฏการณ์ทำให้นักวิจัยหันมาให้ความสนใจและศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้แหล่งหญ้าทะเลเป็น carbon sink กันมากขึ้น

เทคนิคการตรวจวัดคาร์บอนในดินและพืช

ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์สามารถประเมินความสามารถในการลดปริมาคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยพืชในพื้นที่กว้างได้ โดยใช้เทคนิค eddy correlation ซึ่งเป็นการติดตามการตรวจวัดความเข้มข้นของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศร่วมกับความเร็วลมแบบสามมิติด้วยความถี่ 10 ครั้งต่อวินาที และนำข้อมูลไปประมวลผลเพื่อประเมินสมดุลการแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ เหนือพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลคาดการณ์ความสามารถในการลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศของพืชที่สนใจ

การประเมินคาร์บอนสะสมในระบบนิเวศ คือ การใช้เทคนิค Net ecosystem production (NEP) ซึ่งสามารถประเมินได้จากการเปลี่ยนแปลงชีวมวลในพืช ซึ่งได้มาจากคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดิน เช่น จากส่วนของใบ ลำต้น กิ่งก้าน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้น และจากส่วนคาร์บอนที่มวลชีวภาพใต้ดิน เช่น ราก ไหล ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่มีการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังรวมไปถึงคาร์บอนมวลชีวภาพของส่วนที่ตายไป เช่น ลำต้นที่ตายไป ใบ ดอก ผล ที่ร่วงหล่น จากนั้นนำไปประเมินหาการเปลี่ยนแปลงสุทธิของปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมไว้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Greiner et al. (2013) ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาความสามารถในดูดซับคาร์บอนสีน้ำเงินของหญ้าทะเลชนิด *Zostera marina* บริเวณชายหาดเวอร์จิเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งกำหนดพื้นที่ทดลองเพื่อเก็บข้อมูลมากกว่า 1,700 แฮกแตร์ เป็นระยะเวลา 10 ปี โดยเก็บข้อมูลในรูปของร้อยละปริมาณคาร์บอนที่หญ้าทะเลดูดซับไว้ ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณสารชีวมวล พบว่ามีการสะสมของคาร์บอนปริมาณปีละ 36.68 $gCm^{-2}a^{-1}$ สอดคล้องกับ Pergent et al. (2014) ศึกษาความสามารถในการดูดซับคาร์บอนของหญ้าทะเลชนิด *Posidonia aceanica* ที่พบขึ้นอยู่บริเวณเมดิเตอร์เรเนียน พบว่าหญ้าทะเลชนิดนี้มีความสามารถในการดูดซับคาร์บอนไว้ได้ประมาณปีละ 92.5-144.7 $gCm^{-2}a^{-1}$ หรือคิดเป็นประมาณ 27 เปอร์เซนต์ ของระบบนิเวศทางทะเลของทะเลเมดิเตอร์เนียนสามารถดูซับคาร์บอนไว้ได้ Wawo et al. (2014) ได้ศึกษาความสมารถในการสะสมคาร์บอนของหญ้าทะเลที่ขึ้นตามแนวชายฝั่งทะเลที่ Marine Nature Tourism Park of Kotania Bay ประเทศอินโดนิเซีย จำนวน 7 สายพันธุ์คือ *Enhalus acoroides*, *Halophila ovalis*, *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Halodule pinifolia* และ *Syringodium isoetifolium* พบว่ามีปริมาณคาร์บอนสะสมโดยเฉลี่ยในส่วนของใบประมาณ 41.17 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณคาร์บอนสะสมในส่วนของลำต้นใต้ดินคือ บริเวณไหลและราก ที่ประมาณ 43.55 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าดินรอบ ๆ บริเวณแนวหญ้าทะเลของ Kotania bay มีคาร์บอนสะสมอยู่ประมาณ 2.385 $MgCha^{-1}$

ณิชาภัทร์ ดวงทิพย์ , ปวีณา ไกรวิจิตร และเสวียน เปรมประสิทธิ์ (2559) ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ใต้ดิน และ ไม้พื้นล่างในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพันธุ์พืชบริเวณเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยมีการวางแปลงตัวอย่าง 40X40 เมตร จำนวน 21 แปลง เพื่อเก็บข้อมูลเส้นรอบวง ความสูง ทรงพุ่ม มีการจัดทำบัญชีรายชื่อพันธุ์ไม้ ชื่อวงศ์ ชื่อวิทยาศาสตร์ และมีการวางแปลงตัวอย่างขนาด 1X1 เมตร จำนวน 7 แปลง แปลงละ 3 ซ้ำ เพื่อเก็บไม้พื้นล่างและซากพืช การวิเคราะห์ข้อมูลหาปริมาณมวลชีวภาพใช้สมการแอลโลเมตรี (Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino and T. Kira., 1965) การวิเคราะห์มวลชีวภาพใต้ดินใช้สมการ (Cairns, M. A., J. K. Winjum, D. L. Phillips, T. P. Kolchugina and T. S. Vinson., 1997) และคำนวณหาการกักเก็บคาร์บอนใช้สมการ IPCC, (2006). ผลการศึกษา พบว่าพันธุ์ไม้ต้นมีพันธุ์ไม้จำนวนทั้งหมด 42 ชนิด 23 วงศ์ พันธุ์ไม้พื้นล่างมีพันธุ์ไม้จำนวนทั้งหมด 29 ชนิด มี 12 วงศ์ เป็นป่าเบญจพรรณที่ มีไม้สักเด่น ปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ พบว่ามีปริมาณมวลชีวภาพรวม เท่ากับ 35,904.08 กิโลกรัมต่อไร่ พบมากในส่วนของลำต้น รองลงมาเป็นส่วนราก กิ่ง และ ใบ เท่ากับ 27,434.6 0, 4,722.30, 3,246.33 และ 500.85 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ปริมาณมวลชีวภาพไม้ พื้นล่างพืชสด เท่ากับ 1,589.11 กิโลกรัมต่อไร่ และปริมาณมวลชีวภาพซากพืชแห้ง เท่ากับ 149.02 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนปริมาณคาร์บอนของต้นไม้ พบว่ามีปริมาณคาร์บอนรวมเท่ากับ 16,874.93 กิโลกรัมต่อไร่ พบมากในส่วนของลำต้น รองลงมาเป็นส่วนราก กิ่ง และ ใบ เท่ากับ 12,894.23 , 2,219.45, 1,525.79 และ 235.40 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนไม้พื้นล่างพืชสด เท่ากับ 747.07 กิโลกรัมต่อไร่ และปริมาณคาร์บอนซากพืชแห้ง เท่ากับ 70.04 กิโลกรัมต่อไร่

วรรณะชัย วรรณสิงห์ ภูวดล โกมณเฑียร และอภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น (2560) ประเมินการกักเก็บคาร์บอนในดิน ความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนในดินกับเนื้อดินและความเค็มของดินในพื้นที่ดินเค็มในลุ่มน้ำชีตอนกลาง ทำการเก็บตัวอย่างตามแผนที่การแพร่กระจายของคราบเกลือบนผิวดิน จังหวัดมหาสารคาม มาตราส่วน 1:100,000 โดยแบ่งพื้นที่เก็บตัวอย่างดินออกเป็น 3 ส่วนคือ บริเวณที่พบคราบเกลือบนผิวดินร้อยละ 1-10 (เค็มน้อย), 10-50 (เค็มปานกลาง) และพื้นที่ที่พบคราบเกลือมากกว่าร้อยละ50 (เค็มจัด) ทำการเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 90 แปลง แต่ละแปลงเก็บที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร (ดินชั้นบน) โดยทำการเก็บตัวอย่างแบบรบกวนโครงสร้าง (disturbed) ผลการทดลองพบว่าดินเค็มน้อยมีการกักเก็บคาร์บอนในดินสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ $1.44\pm1.31x10^{-4}$ตันต่อเฮกตาร์ รองลงมาคือ ดินเค็มปานกลางและดินเค็มจัดมีค่าเท่ากับ $0.99\pm0.77x10^{-4}$และ$0.63\pm0.33x10^{-4}$ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ การกักเก็บคาร์บอนมีความสัมพันธ์กับอนุภาคดินเหนียว (R^2= 0.814)

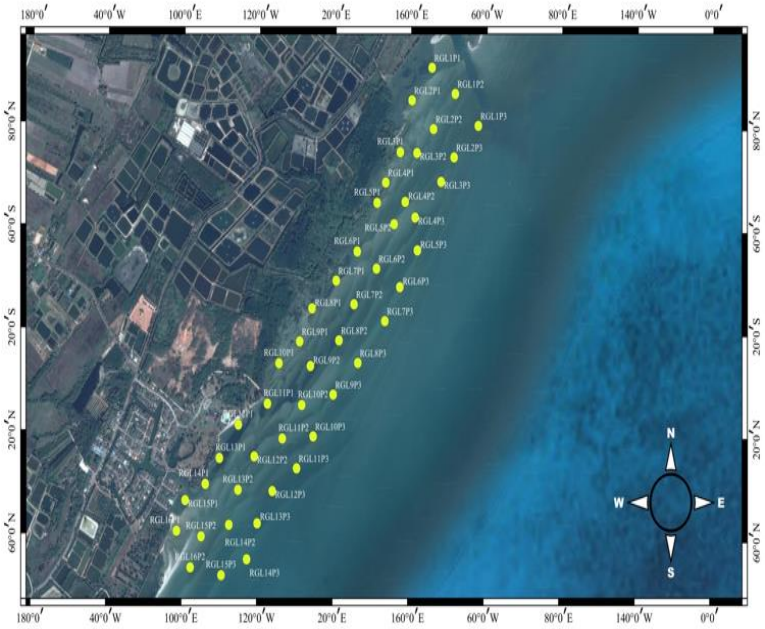
อำนาจ ชิดไธสง และณัฐพล ลิไชยกุล (2548) ในการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ แตกต่างกัน ได้แก่ ป่าดิบแล้ง ป่าปลูก และพื้นที่ทำการเกษตร พบว่า ในป่าดิบแล้งปริมาณคาร์บอนที่สะสม ในดินที่ความลึก 50 เซนติเมตรมีปริมาณสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 18.88 ตันคาร์บอนต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ ป่าปลูก และดินทำการเกษตร โดยมีค่าเท่ากับ 10.56 และ 9.12 ตันคาร์บอนต่อไร่ตามลำดับ ส่วนการศึกษาของ พจนีย์มอญเจริญ และทวีศักดิ์เวียรศิลป์ (2541) พบว่า ที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร ประเทศไทยมีปริมาณคาร์บอนในดิน รวมทั้งหมดประมาณ 6,211,706x106 หรือประมาณ 6,211.7 ล้านตัน และอนินทรีย์คาร์บอนรวมทั้งหมด 184,049x106 หรือ 184 ล้านตัน และเสริมพงษ์ นวลงาม (2545) ศึกษาบทบาทของการสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บคาร์บอนที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา พบว่า แปลงไม้กระถินเทพา มีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในดินจนถึงระดับความลึก 30 เซนติเมตร ได้มากที่สุด คือ 8.51 ตันต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ แปลงเลา หญ้าคา ไม้แดง ไม้พะยูง ไม้ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส ประดู่ป่า และกระถินณรงค์มีค่า 7.82 7.34 6.91 6.77 6.06 6.02 และ 5.97 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

เก็บตัวอย่างดินในช่วงเดือนระหว่างเดือน เดือนเมษายน พ.ศ.2560 ถึง เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2561 โดยสถานที่เก็บดินตัวอย่าง 4 พื้นที่ศึกษา คือ บริเวณอ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ครอบคลุมพื้นที่ 900 ไร่ (ภาพที่ 3.1 และ ตารางที่ 3.1), หาดร็อคกาเดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ครอบคลุมพื้นที่ 1,250 ไร่ (ภาพที่ 3.2 และ ตารางที่ 3.1), แหลมกลัด อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด ครอบคลุมพื้นที่ 1,125 ไร่ (ภาพที่ 3.3 และ ตารางที่ 3.1) และ เกาะกระดาด จังหวัด ตราด ครอบคลุมพื้นที่ 675 ไร่ (ภาพที่ 3.4 และ ตารางที่ 3.1) ที่ระดับความลึกความลึก 0-20 และ/หรือ 20-40 และ/หรือ 40-60 เซนติเมตร ในแต่ละแถวประกอบไปด้วย 3 จุด และมีระยะห่างระหว่างแถว ระหว่างจุด ของการเก็บดินตัวอย่างรวมไปถึงระยะห่างจากชายฝั่งเป็นระยะ 200 400 และ 600 เมตร เมตร จากนั้นนำตัวอย่างดินในแต่ละจุดเก็บ ทำให้แห้งโดยผึ่งตัวอย่างในที่ร่ม และ เก็บตัวอย่างในภาชนะปิดเพื่อใช้ในการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนต่อไป

ภาพที่ 3.1 การวางพิกัดของจุดเก็บดินบริเวณอ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ 3.2 การวางพิกัดของจุดเก็บดินบริเวณหาดร็อคกาเดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

ภาพที่ 3.3 การวางพิกัดของจุดเก็บดินบริเวณแหลมกลัด อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด

ภาพที่ 3.4 การวางพิกัดของจุดเก็บดินบริเวณเกาะกระดาด จังหวัด ตราด

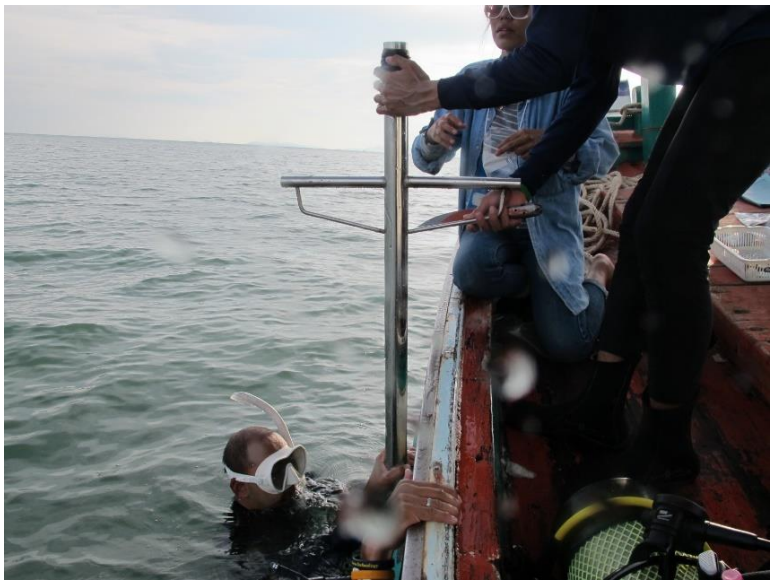
การเก็บดินตัวอย่าง

การเก็บดินตัวอย่างในระดับความลึก ความลึก 0-20 และ/หรือ 20-40 และ/หรือ 40-60 เซนติเมตร จากผิวดิน ด้วยวิธี Core Method โดยใช้ท่อเก็บดินตัวอย่าง (ภาพที่ 3.5) กดลงบนผิวดินถึงระดับความลึกที่เหมาะสม และนำฝาปิดพลาสติก ปิดปลายท่อด้านบนเพื่อให้ภายในท่อเป็นสูญญากาศ ต่อจากนั้นทำการดึงท่อเก็บดินขึ้นอย่างช้าๆ ต่อจากนั้นนำดินตัวอย่างไปวัดระดับความลึกต่อไป (ภาพที่ 3.6) จากนั้นทำการเอาดินนออกจากท่อ โดยนำแท่งที่ใช้สำหรับดันดินตัวอย่าง ดันจากปลายด้านล่างของท่อเก็บดินตัวอย่าง ขึ้นจนกระทั่งดินตัวอย่างออกมาจากปลายท่อด้านบนเพื่อทำการวัดระดับความลึกของดินตัวอย่างต่อไป (ภาพที่ 3.7)

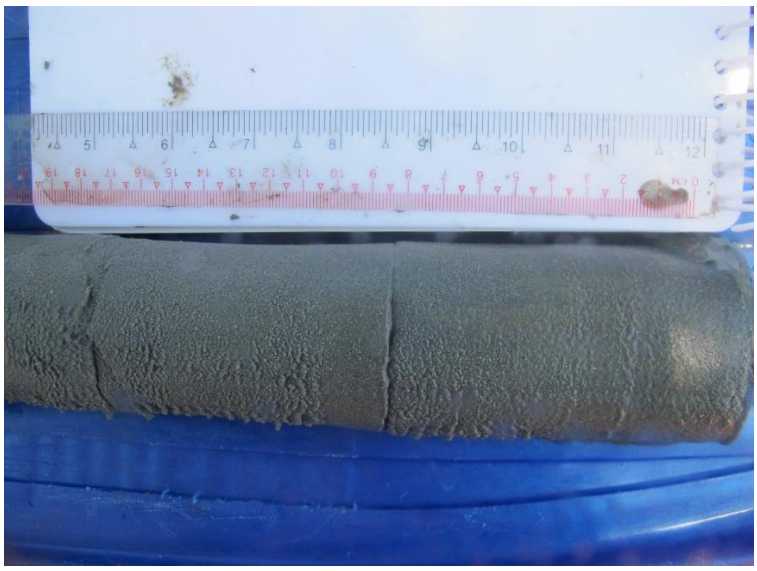
ทำการวัดระดับดินตัวอย่าง โดยเมื่อดันดินออกจากท่อเก็บดินเรียบร้อย จึงทำการวัดระดับความลึก 0-20 และ/หรือ 20-40 และ/หรือ 40-60 เซนติเมตร จากผิวดินด้านบน ดังปรากฏในภาพเพื่อนำดินตัวอย่างใส่ถุงซิปใสตามลำดับ (ภาพที่ 3.8 และ 3.9) การนำดินตัวอย่างผึ่งให้แห้ง โดยนำดินตัวอย่างออกจากถุงซิปใส เทใส่ถาดในที่ร่ม จนกระทั่งดินแห้งสนิท ใช้เวลาประมาณ 7-8 วัน (ภาพที่ 3.10) เมื่อดินแห้งสนิทแล้ว นำกลับใส่ถุงซิปอีกครั้ง เพื่อส่งวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่อไป (ภาพที่ 3.11)

ภาพที่ 3.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน โดยใช้วิธี Core Method

ภาพที่ 3.6 การเก็บตัวอย่างดินจุดที่ 200 เมตรห่างจากชายฝั่ง บริเวณอ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ 3.7 การนำดินตัวอย่างที่ได้มาออกจากท่อเก็บดิน บริเวณแหลมกลัด อำเภอแหลมกลัด จังหวัดตราด



ภาพที่ 3.8 การวัดระดับความลึกของดินตัว

ภาพที่ 3.9 ลักษณะการเก็บดินตัวอย่างจากบริเวณพื้นที่ศาษาเพื่อนำไปผึ่งให้แห้งที่ระดับความลึก **0-**20, 20-40 และ 40-60 เซนติเมตร บริเวณแหลมกลัด อำเภอแหลมกลัด จังหวัดตราด

ภาพที่ 3.10 ลักษณะดินตัวอย่างที่แห้งสนิท

ภาพที่ 3.11 การเก็บดินตัวอย่างที่แห้งแล้วใส่ถุงซิปใสเพื่อส่งวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

การวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

เพื่อวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนสะสมที่อยู่ในดินรอบ ๆ แนวการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล จะทำการเก็บตัวอย่างดินในบริเวณเดียวกับการเก็บตัวอย่างหญ้าทะเล เมื่ออบตัวอย่างดินจนแห้งแล้ว นำไปวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (OC) โดยวิธี Walkley and Black Titration (Nelson and Sommers, 1996) ที่ภาคปฐพีวิทยามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่ได้โดยวิธีการของดันแคน (Duncan's new multiple range test, DMRT) และ T-test โดยใช้โปรแกรมสำเสร็จรูป IBM SPSS Statistic Versin 22.0 (IBM, 2013) ทำการวิเคราะห์ความหนาแน่นอนุภาค (particle density) และวิเคราะห์ความหนาแน่นรวม (bulk density) เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของคาร์บอนในดิน ทำการคำนวณปริมาณคาร์บอนในดินต่อหน่วยพื้นที่ ตามสูตรด้านล่าง (วสันต์ และคณะ 2553)

ปริมาณคาร์บอนในดิน = ความหนาแน่นรวมของดิน X ความเข้มข้นของคาร์บอนในดิน X ความลึก

การศึกษาความสัมพันธ์ของชนิดหญ้าทะเลกับการกักเก็บคาร์บอนในดิน

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในหญ้าทะเลแต่ละชนิดและที่กักเก็บในดินแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สหสัมพันธ์ สร้างกราฟพื้นที่สัมพันธ์ รายงานผลในรูปของแผนที่ที่แสดงปริมาณและชนิดของหญ้าทะเลดังกล่าว

พิกัดของจุดการเก็บดินตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 พิกัดของจุดเก็บดินตัวอย่าง อ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

CODE	Station	Latitude	Longitude
L1P1	1	12.659801	100.895035
L1P2	2	12.659372	100.895226
L1P3	3	12.657897	100.895454
L2P1	4	12.660674	100.896940
L2P2	5	12.659309	100.897800
L2P3	6	12.658335	100.898160
L3P1	7	12.660940	100.898100
L3P2	8	12.659697	100.898610
L3P3	9	12.658570	100.899040
L4P1	10	12.661106	100.899925
L4P2	11	12.660432	100.900160
L4P3	12	12.659869	100.900310
L5P1	10	12.661106	100.899925
L5P2	11	12.661114	100.899970
L5P3	12	12.659869	100.900310
L8P1	22	12.661590	100.905900
L8P2	23	12.660118	100.905350
L8P3	24	12.658215	100.904710
L9P1	25	12.661143	100.907980
L9P2	26	12.659015	100.907410
L9P3	27	12.657703	100.906624
L10P1	28	12.660662	100.909780
L10P2	29	12.658843	100.909090
L10P3	30	12.657038	100.908620
L11P1	31	12.659617	100.912670
L11P2	32	12.658000	100.912350
L11P3	33	12.656480	100.911620
L12P1	34	12.659702	100.914520
L12P2	35	12.657840	100.913060
L12P3	36	12.656435	100.912460
L13P1	37	12.658886	100.916090
L13P2	38	12.657667	100.914665
L13P3	39	12.656588	100.914050

ตารางที่ 3.2 พิกัดการเก็บตัวอย่างดิน บริเวณชายหาดร็อคกาเดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

CODE	Station	Latitude	Longitude
RGL1P1	1	12.680462	101.671257
RGL1P2	2	12.679313	101.672668
RGL1P3	3	12.677909	101.674072
RGL2P1	4	12.67903	101.670036
RGL2P2	5	12.67777	101.671341
RGL2P3	6	12.676527	101.672592
RGL3P1	7	12.67676	101.669319
RGL3P2	8	12.67672	101.670334
RGL3P3	9	12.675454	101.671799
RGL4P1	10	12.675427	101.668431
RGL4P2	11	12.674576	101.669615
RGL4P3	12	12.673891	101.670219
RGL5P1	13	12.674536	101.667908
RGL5P2	14	12.673599	101.668938
RGL5P3	15	12.672448	101.670357
RGL6P1	16	12.672400	101.666694
RGL6P2	17	12.671648	101.667864
RGL6P3	18	12.670836	101.669285
RGL7P1	19	12.671122	101.665413
RGL7P2	20	12.670085	101.666496
RGL7P3	21	12.669345	101.668373
RGL8P1	22	12.669905	101.663937
RGL8P2	23	12.668502	101.665578
RGL8P3	24	12.667511	101.666725
RGL9P1	25	12.668458	101.663185
RGL9P2	26	12.667379	101.663841
RGL9P3	27	12.666122	101.665222
RGL10P1	28	12.667498	101.661926
RGL10P2	29	12.665664	101.663308
RGL10P3	30	12.664289	101.664004
RGL11P1	31	12.665728	101.661224
RGL11P2	32	12.664199	101.662125
RGL11P3	33	12.662889	101.662994
RGL12P1	34	12.664808	101.659447
RGL12P2	35	12.663413	101.660416
RGL12P3	36	12.661892	101.661514
RGL13P1	37	12.663345	101.658295
RGL13P2	38	12.661946	101.659424

CODE	Station	Latitude	Longitude
RGL13P3	39	12.660477	101.660591
RGL14P1	40	12.662209	101.657433
RGL14P2	41	12.660413	101.658867
RGL14P3	42	12.658898	101.65995
RGL15P1	43	12.661495	101.656204
RGL15P2	44	12.659909	101.657173
RGL15P3	45	12.658203	101.658394
RGL16P1	46	12.660153	101.655678
RGL16P2	47	12.658547	101.656509
RGL16P3	48	12.656572	101.657478

ตารางที่ 3.3 พิกัดของจุดเก็บดินตัวอย่างหาดแหลมกลัด อำเภอตราด จังหวัดตราด

Label	Sta.	Lat.	Long.	Label	Sta.	Lat.	Long.
L1P1	1	12.01510	102.76340	L2P1	1	12.031972	102.758644
L1P2	2	12.01380	102.76120	L2P2	2	12.030782	102.756390
L1P3	3	12.01290	102.75860	L2P3	3	12.030025	102.753600
L3P1	4	12.03730	102.74600	L4P1	4	12.051013	102.741760
L3P2	5	12.03590	102.74510	L4P2	5	12.050277	102.739800
L3P3	6	12.03440	102.74400	L4P3	6	12.049732	102.737625
L5P1	7	12.05900	102.73240	L6P1	7	12.068460	102.722244
L5P2	8	12.05740	102.72920	L6P2	8	12.067325	102.720560
L5P3	9	12.05460	102.72680	L6P3	9	12.065862	102.718704
L7P1	10	12.07438	102.71120	L8P1	10	12.074384	102.711220
L7P2	11	12.07281	102.70980	L8P2	11	12.072811	102.709785
L7P3	12	12.07068	102.70900	L8P3	12	12.070968	102.709040
L9P1	13	12.08826	102.69720	L10P1	13	12.088260	102.697200
L9P2	14	12.08685	102.69490	L10P2	14	12.086850	102.694855
L9P3	15	12.08488	102.69310	L10P3	15	12.084880	102.693184
L11P1	16	12.10321	102.67620	L12P1	16	12.103219	102.676210
L11P2	17	12.10165	102.67570	L12P2	17	12.101965	102.675735
L11P3	18	12.09960	102.67450	L12P3	18	12.099758	102.674520
L13P1	19	12.11913	102.66080	L14P1	19	12.119145	102.660830
L13P2	20	12.11834	102.65970	L14P2	20	12.118349	102.659706
L13P3	21	12.11687	102.65830	L14P3	21	12.116867	102.658330
L15P1	22	12.13108	102.64280	L16P1	22	12.131084	102.642750
L15P2	23	12.12903	102.64170	L16P2	23	12.129034	102.641650
L15P3	24	12.12660	102.64060	L16P3	24	12.126996	102.640570

ตารางที่ 3.4 พิกัดของจุดเก็บดินตัวอย่าง เกาะกระดาด จังหวัดตราด

Label	Sta.	Lat.	Long.
L1P1	1	11.85005	102.52354
L1P2	2	11.85080	102.52177
L1P3	3	11.85132	102.51977
L2P1	4	11.84821	102.52284
L2P2	5	11.84916	102.52149
L2P3	6	11.84981	102.51950
L3P1	7	11.84632	102.52235
L3P2	8	11.84707	102.52062
L3P3	9	11.84766	102.51858
L4P1	10	11.84466	102.52203
L4P2	11	11.84559	102.52022
L4P3	12	11.84593	102.51784
L5P1	13	11.84322	102.52158
L5P2	14	11.84370	102.51975
L5P3	15	11.84465	102.51729
L6P1	16	11.84149	102.52108
L6P2	17	11.84215	102.51926
L6P3	18	11.84290	102.51729
L7P1	19	11.83939	102.52055
L7P2	20	11.84015	102.51913
L7P3	21	11.84101	102.51726
L8P1	22	11.83745	102.52021
L8P2	23	11.83803	102.51842
L8P3	24	11.83868	102.51702
L9P1	25	11.83572	102.51965
L9P2	26	11.83657	102.51836
L9P3	27	11.83723	102.51695
L10P1	28	11.83442	102.51918
L10P2	29	11.83517	102.51785
L10P3	30	11.83593	102.51659

บทที่ 4
ผลการศึกษาวิจัย

สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปจะเป็นตัวกำหนด หรือมีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่จะอาศัยอยู่บริเวณนั้นๆ เช่นเดียวกับในระบบนิเวศทางทะเล องค์ประกอบหลายชนิด เช่น ค่าความเป็น pH จะเป็นตัวบ่งชี้ให้มีชนิดที่มีอยู่ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณนั้นๆ และเมื่อสิ่งมีชีวิตนั้นเจริญเติบโต และตายลง จะมีผลต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเสมอ ผลการศึกษาข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมต่างๆ ของพื้นที่ที่ศึกษาทั้ง 4 พื้นที่ ได้แก่ บริเวณอ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ครอบคลุมพื้นที่ 900 ไร่, หาดร็อคกาเดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ครอบคลุมพื้นที่ 1,250 ไร่, หาดแหลมกลัด อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด ครอบคลุมพื้นที่ 1,125 ไร่ และ เกาะกระดาด จังหวัดตราด ครอบคลุมพื้นที่ 675 ไร่ ที่ระดับความลึก ความลึก 0-20 และ/หรือ 20-40 และ/หรือ 40-60 เซนติเมตร ในแต่ละแถวประกอบไปด้วย 3 จุด และมีระยะห่างระหว่างแถว ระหว่างจุด ของการเก็บดินตัวอย่างรวมไปถึงระยะห่างจากชายฝั่งเป็นระยะ 200 400 และ 600 เมตร เมตรได้ผลดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการศึกษาด้านสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

พื้นที่ศึกษาที่ 1 อ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

จากตารางที่ 4.1 พื้นที่การเก็บดินตัวอย่าง สัตหีบ จังหวัดชลบุรี ค่าความเค็ม อยู่ในช่วง 24-32 ppt, อุณหภูมิ อยู่ในช่วง 29-31.4, องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.31-8.2และค่าออกซิเจนในน้ำ (OD) อยู่ในช่วง 2.8-5.74 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 4.1 ค่าความเค็ม อุณหภูมิ pH และ DO บริเวณ สัตหีบ จังหวัดชลบุรี

CODE	station	Salinity	Temperature	pH	DO.
L1P1	1	29	30.4	7.93	3.3
L1P2	2	28	30.5	7.93	3.4
L1P3	3	27	31.4	8.02	5.52
L2P1	4	27	31.4	7.31	3.3
L2P2	5	30	31.2	7.98	5.62
L2P3	6	28	31.4	8.02	5.65
L3P1	7	25	31.3	7.84	2.8
L3P2	8	28	31.2	7.98	5.66
L3P3	9	27	31.4	7.98	5.6
L4P1	10	25	31.2	7.98	3.5
L4P2	11	32	31.3	8.01	5.74
L4P3	12	27	31.3	8.01	5.69

CODE	station	Salinity	Temperature	pH	DO.
L5P1	10	24	31.2	8	2.23
L5P2	11	30	31.3	8.01	5.67
L5P3	12	30	31.2	8.1	5.7
L8P1	22	26	31.3	8.11	3.33
L8P2	23	29	31.2	8.02	5.52
L8P3	24	30	31	8.1	5.56
L9P1	25	26	31.3	7.99	3.25
L9P2	26	30	30.9	8.09	5.42
L9P3	27	28	30.8	8.08	5.54
L10P1	28	27	31	7.54	3.06
L10P2	29	27	30.7	8.09	5.42
L10P3	30	28	30.7	8.1	5.38
L11P1	31	27	30.6	7.98	3.16
L11P2	32	27	30.4	8.27	5.33
L11P3	33	27	30.7	8.11	5.25
L12P1	34	27	29	7.87	3.2
L12P2	35	29	30.2	8.11	5.04
L12P3	36	29	30.2	8.08	5.06
L13P1	37	27	29.8	8.04	3.26
L13P2	38	28	30.5	8.09	5.1
L13P3	39	30	30.4	8.12	5.02

<u>พื้นที่ศึกษาที่ 3 หาดแหลมกลัด อำเภอแหลมกลัด จังหวัดตราด</u>

จากตารางที่ 4.2 พื้นที่การเก็บดินตัวอย่าง แหลมกลัด จังหวัดตราด ค่าความเค็ม อยู่ในช่วง 20-37 ppt, อุณหภูมิ อยู่ในช่วง 31.1-34.1, ค่าความเป็นกรด ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.32-8.25 และค่าออกซิเจนในน้ำ (OD) อยู่ในช่วง 3.51-8.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 4.2 ค่าความเค็ม อุณหภูมิ pH และ DO บริเวณหาดแหลมกลัด อำเภอแหลมกลัด จังหวัดตราด

CODE	station	Salinity	Temperature	pH	DO.
L1P1	1	34	33.1	8.04	7.54
L1P2	2	33	32.4	8.07	7.06
L1P3	3	33	32.3	8.08	7.14
L2P1	1	15.3	36	33	8.2
L2P2	2	15.48	30	32.7	8.16
L2P3	3	16	33	32.5	8.17
L3P1	4	32	32.7	8.17	7.34
L3P2	5	35	32.5	8.09	7.28
L3P3	6	30	32.6	8.1	7.2
L4P1	4	17.08	28	33.6	8.23
L4P2	5	16.5	32	32.8	8.2
L4P3	6	16.42	35	32.7	8.21
L5P1	7	37	33.3	8.2	7.9
L5P2	8	33	32.7	8.19	7.28
L5P3	9	31	32.5	8.1	7.05
L6P1	7	17.39	39	31.1	8.25
L6P2	8	17.57	30	32.7	8.25
L6P3	9	18.08	31	32.8	8.21
L7P1	10	30	32.5	7.96	6.25
L7P2	11	30	32.5	8.11	6.66
L7P3	12	30	32.1	8.07	6.67
L8P1	10	9.21	29	32	8.17
L8P2	11	9.12	32	32	8.16
L8P3	12	9.02	31	31.8	8.1
L9P1	13	30	32.5	8.06	6.66
L9P2	14	30	32.5	8.02	6.37
L9P3	15	30	32.2	8.08	6.31
L10P1	13	10.17	30	31.9	8.12
L10P2	14	9.54	30	31.6	8.1
L10P3	15	10.36	28	32.1	8.12

CODE	station	Salinity	Temperature	pH	DO.
L11P1	16	28	33	8.13	7.42
L11P2	17	28	32.9	8.09	6.88
L11P3	18	28	32.2	8.1	6.66
L12P1	16	12.03	30	33.3	8.13
L12P2	17	11.43	32	32.7	8.11
L12P3	18	11.3	32	32.7	8.07
L13P1	19	25	33.6	8.09	7.68
L13P2	20	24	32.2	8.08	7.31
L13P3	21	26	33	8.1	7.79
L14P1	19	13.22	27	32.4	8.01
L14P2	20	13	25	33.6	8.1
L14P3	21	12.35	28	32.6	8.06
L15P1	22	25	33.8	8.09	8.02
L15P2	23	21	33.4	8.07	8.03
L15P3	24	25	32.9	8.1	7.89
L16P1	22	14.53	20	34.1	7.32
L16P2	23	14.53	21	33.8	8
L16P3	24	13.53	23	33.6	8.1

พื้นที่ศึกษาที่ 4 เกาะกระดาด จังหวัดตราด

จากตารางที่ 4.3 พื้นที่การเก็บดินตัวอย่าง เกาะกระดาด จังหวัดตราด ค่าความเค็มอยู่ในช่วง 30.1-32.7 ppt, อุณหภูมิ อยู่ในช่วง 30.1-32.7, ค่าความเป็นกรด ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.8-8.37และค่าออกซิเจนในน้ำ (OD) อยู่ในช่วง 4.72-10.65 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 4.3 ค่าความเค็ม อุณหภูมิ pH และ DO บริเวณเกาะกระดาด จังหวัดตราด

CODE	station	Salinity	Temperature	pH	DO.
L1P1	1	28	30.2	8.27	8.23
L1P2	2	28	30.1	8.22	6.85
L1P3	3	26	31.7	8.22	6.66
L2P1	4	27	31.0	8.26	8.43
L2P2	5	28	30.8	8.34	10.41
L2P3	6	27	31.4	7.94	6.58
L3P1	7	29	30.2	8.19	7.43
L3P2	8	29	30.6	8.34	7.06
L3P3	9	25	31.4	8.12	6.41
L4P1	10	28	30.4	8.21	8.95
L4P2	11	29	30.7	8.15	8.07
L4P3	12	26	31.6	8.17	6.85
L5P1	13	27	32.5	8.2	10.01
L5P2	14	29	32.4	8.13	9.46
L5P3	15	29	31.7	8.37	10.65
L6P1	16	26	32.5	8.16	9.7
L6P2	17	26	32.0	8.2	5.78
L6P3	18	25	32.7	8.25	9.23
L7P1	19	28	31.6	7.8	7.53
L7P2	20	27	32.5	8.18	6.25
L7P3	21	28	32.4	8.15	5.59
L8P1	22	28	31.1	7.89	8.21
L8P2	23	27	32.4	8.12	5.31
L8P3	24	26	32.6	8.12	4.72
L9P1	25	27	32.2	8.02	9.32
L9P2	26	27	32.4	8.14	5.77
L9P3	27	28	32.2	8.15	7.51
L10P1	28	27	31.4	8.08	7.51
L10P2	29	26	31.9	8.13	6.54
L10P3	30	26	32.2	8.1	5.06
L8P1	22	28	31.1	7.89	8.21

CODE	station	Salinity	Temperature	pH	DO.
L8P2	23	27	32.4	8.12	5.31
L8P3	24	26	32.6	8.12	4.72
L9P1	25	27	32.2	8.02	9.32
L9P2	26	27	32.4	8.14	5.77
L9P3	27	28	32.2	8.15	7.51
L10P1	28	27	31.4	8.08	7.51

ส่วนที่ 2 การศึกษาและการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในดิน

ปริมาณคาร์บอนในดินชายฝั่งทะเลซึ่งเก็บดินตัวอย่าง ในระยะทางที่ต่างกันออกจากชายฝั่งทะเล 3 ระยะ คือ 200 400 และ 600 เมตร จากบริเวณต่างๆ (สัตหีบ หาดร็อคกาเดนท์-เนินฆ้อ แหลมกลัด และเกาะกระดาด) พบว่าทุกบริเวณที่เก็บตัวอย่างในแต่ละระยะทางที่ออกจากชายฝั่งทะเลของทั้งเกาะกระดาด สัตหีบ และแหลมกลัด จะมีปริมาณคาร์บอนใกล้เคียงกันในแต่ละระยะที่ทำการเก็บตัวอย่าง และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดินบริเวณชายฝั่งทะเลแหลมกลัด และสัตหีบ มีแนวโน้มของการพบคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้นตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น โดยพบปริมาณคาร์บอนสูงสุดที่ระยะห่าง 400 เมตร และคาร์บอนในดินจะลดลงที่ระยะ 600 เมตร ในขณะที่ดินบริเวณชายฝั่งทะเลเกาะกระดาดจะพบคาร์บอนในดินมากที่สุดที่ระยะ 200 เมตร และปริมาณคาร์บอนในดินจะลดลงตามระยะทางที่เพิ่มมากขึ้น

พื้นที่ศึกษาที่ 1 อ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

จากตารางที่ 4.4 และ 4.5 พบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนบริเวณหน้าฐานทัพเรือสัตหีบมีปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติตามระยะทางที่ห่างจากชายฝั่งทะเล โดยพบว่า ที่ระยะ 200 เมตร จากชายฝั่งทะเลมีอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 0.222 เปอร์เซ็นต์ โดยพบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุดที่ตำแหน่ง L3 คือ 0.53 เปอร์เซ็นต์ และ ที่ระยะ 400 เมตร จากชายฝั่งทะเลมีอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 0.298 เปอร์เซ็นต์ โดยพบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุดที่ตำแหน่ง L11 คือ 0.36 เปอร์เซ็นต์ และที่ระยะ 600 เมตร จากแนวชายฝั่ง มีอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 0.269 เปอร์เซ็นต์ โดยพบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุดที่ตำแหน่ง L6 และ L7 คือ 0.41 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.4 ค่าวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินชายฝั่งทะเลบริเวณฐานทัพเรือสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ที่ระยะต่างกัน

	อินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์O.C)		
	P1 (200m)	P1 (400m)	P1 (600m)
L1	0.23*	0.23	0.19
L2	0.18*	0.24	0.19
L3	0.53*	0.33	0.15
L4	0.33*	0.28	0.24
L5	0.45	0.30	0.20
L6	0.12*	0.31	0.41
L7	0.12*	0.29	0.26
L8	0.14*	0.31	0.40
L9	0.12*	0.32	0.30
L10	0.13	0.31	0.28
L11	0.10*	0.36	0.34

*หมายเหตุ คือ บริเวณจุดเก็บดินตัวอย่างที่พบหญ้าทะเล

ตารางที่ 4.5 ค่าวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินชายฝั่งทะเลบริเวณฐานทัพเรือสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ที่ระยะต่างกัน

ระยะห่าง (m)	Mean of OC (เปอร์เซ็นต์)
200	0.222
400	0.298
600	0.269
F-test	ns

<u>พื้นที่การศึกษาที่ 2 หาดแหลมกลัด อำเภแหลมกลัด จังหวัดตราด</u>

จากตารางที่ 4.6 และ 4.7 พบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนบริเวณแหลมกลัด มีปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติตามระยะทางที่ห่างจากชายฝั่งทะเล โดยพบว่า ที่ระยะ 200 เมตร จากชายฝั่งทะเลมีอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 0.222 เปอร์เซ็นต์ โดยพบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุดที่ตำแหน่ง L13 คือ 1.29 เปอร์เซ็นต์ และ ที่ระยะ 400 เมตร จากชายฝั่งทะเลมีอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 0.298 เปอร์เซ็นต์ โดยพบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุดที่ตำแหน่ง L13 คือ 2.18 เปอร์เซ็นต์ และ ที่ระยะ 600 เมตร จากชายฝั่งทะเลมีอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 1.91 เปอร์เซ็นต์ โดยพบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุดที่ตำแหน่ง L6 และ L7 คือ 0.41 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.6 ค่าวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินชายฝั่งทะเลบริเวณแหลมกลัด จังหวัดตราด ที่ระยะต่างกัน

ตัวอย่าง	อินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์O.C)		
	P1 (200m)	P2 (400m)	P3 (600m)
L1	0.09	0.55	0.47
L2	1.25	0.55	0.31
L3	0.27	0.31	0.20
L4	0.43	0.94	0.43
L5	0.23	0.39	0.25
L6	0.27	0.94	0.39
L7	0.47	0.31	0.16
L8	0.31	0.74	0.39
L9	0.55	0.47	0.35
L10	0.2	0.74	0.43
L11	0.98	0.78	0.55
L12	0.47	2.3	0.98
L13	1.29	2.18	0.27
L14	0.16	0.27	1.09
L15	0.31	1.01	1.72
L16	0.16	0.43	1.91

หมายเหตุ บริเวณจุดเก็บดินตัวอย่างที่ไม่พบหญ้าทะเล

ตารางที่ 4.7 ค่าวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินชายฝั่งทะเลบริเวณแหลมกลัด จังหวัดตราด ที่ระยะต่างกัน

ระยะห่าง (m)	Mean of OC (เปอร์เซ็นต์)
200	0.465
400	0.465
600	0.618
F-test	ns

<u>พื้นที่การศึกษาที่ 3 เกาะกระดาด จังหวัดตราด</u>

จากตารางที่ 4.8 และ 4.9 พบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนบริเวณเกาะกระดาด มีปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติตามระยะทางที่ห่างจากชายฝั่งทะเล โดยพบว่า ที่ระยะ 200 เมตร จากชายฝั่งทะเลมีอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 0.266 เปอร์เซ็นต์ โดยพบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุดที่ตำแหน่ง L2 คือ 0.39 เปอร์เซ็นต์ และ ที่ระยะ 400 เมตร จากชายฝั่งทะเลมีอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 0.243 เปอร์เซ็นต์ โดยพบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุดที่ตำแหน่ง L6 คือ 0.29 เปอร์เซ็นต์ และ ที่ระยะ 600 เมตร จากชายฝั่งทะเลมีอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 0.242 เปอร์เซ็นต์ โดยพบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุดที่ตำแหน่ง L5 และ L7 คือ 0.29 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.8 ค่าวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินชายฝั่งทะเลบริเวณเกาะกระดาด จังหวัดตราด ที่ระยะต่างกัน

ตัวอย่าง	อินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์O.C)		
	P1 (200m)	P2 (400m)	P3 (600m)
L1	0.22	0.28*	0.21*
L2	0.39	0.28*	0.24*
L3	0.27	0.24*	0.24*
L4	0.25	0.22*	0.24*
L5	0.29*	0.24*	0.29
L6	0.27*	0.29*	0.26*
L7	0.21*	0.21*	0.29
L8	0.31*	0.21*	0.25
L9	0.25*	0.19*	0.17*
L10	0.20	0.27	0.23

*หมายเหตุ คือ บริเวณจุดเก็บดินตัวอย่างที่พบหญ้าทะเล

ตารางที่ 4.9 ค่าวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินชายฝั่งทะเลบริเวณเกาะกระดาด จังหวัดตราด ที่ระยะต่างกัน

ระยะห่าง (m)	Mean of OC (เปอร์เซ็นต์)
200	0.266
400	0.243
600	0.242
F-test	Ns

ส่วนที่ 3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหญ้าทะเลกับความสามารถในการกักเก็บของดินในบริเวณที่หญ้าทะเลขึ้นอยู่

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของหญ้าทะเลกับความสามารถในการกักเก็บของดินในบริเวณที่หญ้าทะเลขึ้นอยู่นี้ เพื่อความสมบูรณ์ของผลการศึกษาวิจัยและการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในอนาคต จะนำข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของหญ้าทะเลคือ *Enhalus acoroides* และ *Haludule pinifolia* ที่พบเจริญเติบโตในพื้นที่ดังกล่าวและดินที่หญ้าทะเลเหล่านี้ขึ้นอยู่จากพื้นที่ศึกษาศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี มาร่วมวิเคราะห์ด้วย ซึ่งโครงการนี้ได้รับการสนับสนุนให้ศึกษาวิจัยภายใต้โครงการ การสะสมคาร์บอนของหญ้าทะเลที่มีผลต่อการลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษาเขตศูนย์การศึกษาพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลที่ปลูกบริเวณชายหาดสัตหีบ

จากการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาดสัตหีบ จังหวัดชลบุรี พบว่าหญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. minor* และ *H. pinifolia* เป็นหญ้าทะเลที่สามารถเจริญเจริญเติบโตได้ในบริเวณชายหาดสัตหีบ ในขณะที่หญ้าทะเลสายพันธุ์อื่นๆ ไม่สามารถเจริญเติบโตได้หรือตายในทุก ๆ พิกัดที่ทำการทดลอง และเมื่อนำดินที่ระยะห่างต่างๆ ของการปลูกหญ้า ได้แก่ 0-20 (P1), 21-40 (P2) และ 41-60 (P3) เซนติเมตร มาวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน พบว่าดินมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกันของทุกระยะที่ทำการทดลอง สำหรับพิกัดที่ทำการปลูกหญ้าทะเลจำนวน 13 พิกัด พบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของทุกพิกัดที่ทำการทดลอง

ทั้งนี้หญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. minor* มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในพืชมากกว่าหญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. pinifolia* แต่หญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. pinifolia* มีอัตราการรอดชีวิตมากกว่าหญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. minor* อย่างไรก็ตามหญ้าทะเลทั้ง 2 สายพันธุ์ สามารถเจริญเติบโตได้ที่ระยะห่าง 0-20

(P1) เซนติเมตร จากชายฝั่งทะเลเท่านั้น โดยหญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. minor* จะมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 469.76เปอร์เซ็นต์ และมีการเจริญเติบโตจำนวน 4 พิกัด ได้แก่ พิกัดที่ 1, 3, 9 และ 10 หรือคิดเป็น 30.76เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่หญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. pinifolia* ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย 50.36เปอร์เซ็นต์ และการเจริญเติบโตจำนวน 7 พิกัด ได้แก่ พิกัดที่ 1, 2, 3, 4, 10, 11 และ 13 หรือคิดเป็น 53.84เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าบริเวณชายหาดสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ที่ระยะห่างจากชายฝั่ง 0-20 (P1) เซนติเมตร มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกหญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. minor และ H. pinifolia* (ตารางที่ 4.10-4.12)

ตาราง 4.10 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. minor* และ *H. pinifolia* ที่ปลูกบริเวณชายหาดสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

		%OC	
Label.		Soil	plant/g dry weight
SHL1P1	*H. minor*	0.23	1156.47
	H. pinifolia	0.23	16.44
SHL1P2	-	0.23	-
SHL1P3	-	0.19	-
SHL2P1	*H. pinifolia*	0.18	33.64
SHL2P2	-	0.24	-
SHL2P3	-	0.19	-
SHL3P1	*H. minor*	0.53	395.16
	H. pinifolia	0.53	17.90
SHL3P2	-	0.33	
SHL3P3	-	0.15	-
SHL4P1	*H. pinifolia*	0.33	36.03
SHL4P2	-	0.28	-
SHL4P3	-	0.24	-
SHL5P1	-	0.45	-
SHL5P2	-	0.3	-
SHL5P3	-	0.2	-
SHL8P1	-	0.12	-
SHL8P2	-	0.31	-
SHL8P3	-	0.41	-
SHL9P1	*H. minor*	0.12	228.04
SHL9P2	-	0.29	-

		%OC	
Label.		Soil	plant/g dry weight
SHL9P3	-	0.26	-
SHL10P1	*H. minor*	0.14	99.39
	H. pinifolia	0.14	171.07
SHL10P2	-	0.31	-
SHL10P3	-	0.4	-
SHL11P1	*H. pinifolia*	0.12	24.08
SHL11P2	-	0.32	
SHL11P3	-	0.3	-
SHL12P1	-	0.13	-
SHL12P2	-	0.31	-
SHL12P3	-	0.28	-
SHL13P1	*H. pinifolia*	0.1	53.36
SHL13P2	-	0.36	-
SHL13P3	-	0.34	-

ตาราง 4.11 ปริมาณอินทรีคาร์บอนของดินในแต่ระยะห่างที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาดสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

	Mean	Std. Deviation
P1	0.1885	0.15957
P2	0.2523	0.11713
P3	0.2277	0.12846
F-test	ns	

ตาราง 4.12 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินในแต่ละพิกัดที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาดสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

	Mean	Std. Deviation
SHL1	0.217	0.023
SHL2	0.203	0.032
SHL3	0.337	0.190
SHL4	0.283	0.045
SHL5	0.317	0.126
SHL6	0.000	0.000
SHL7	0.000	0.000
SHL8	0.280	0.147
SHL9	0.223	0.091
SHL10	0.283	0.132
SHL11	0.247	0.110
SHL12	0.240	0.096
SHL13	0.2667	0.145
F-test	ns	

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลที่ปลูกบริเวณชายหาดร็อคการ์เดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

จากการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาดร็อคการ์เดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง พบว่าหญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. pinifolia* เป็นหญ้าทะเลสายพันธุ์เดียวที่สามารถเจริญเจริญเติบโตได้ในชายหาดจังหวัดระยอง ในขณะที่หญ้าทะเลสายพันธุ์อื่นๆ ไม่สามารถเจริญเติบโตได้หรือตายในทุก ๆ พิกัดที่ทำการทดลอง และเมื่อนำตัวอย่างดินที่ระยะห่างต่างๆ ของการปลูกหญ้า ได้แก่ 0-20 (P1), 21-40 (P2) และ 41-60 (P3) เซนติเมตร มาวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน พบว่าดินมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงที่สุดที่ระยะห่าง 0-20 (P1) เซนติเมตร เท่ากับ 0.319 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ระยะ 21-40 (P2) และ 41-60 (P3) มีปริมาณเท่ากับ 0.203 และ 0.127เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับพิกัดที่ทำการปลูกหญ้าทะเลจำนวน 16 พิกัด พบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของทุกพิกัดที่ทำการทดลอง

ทั้งนี้หญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. pinifolia* จะเจริญเติบโตได้ดีที่ระยะห่าง 0-20 (P1) เซนติเมตร โดยสามารถเจริญเติบโตได้จำนวน 15 พิกัด คิดเป็น 93.75เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นพิกัดที่ 10 (RGL10P1) ที่ไม่มีการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล รองลงมาคือ ระยะ 21-40 (P2) สามารถเจริญเติบโตได้จำนวน 6 พิกัด คิดเป็น 37.50เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ระยะ 41-60 (P3) สามารถเจริญเติบโตได้จำนวน 1 พิกัด คือ พิกัดที่ 8 (RGL8P3) คิดเป็น 6.25เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระยะห่างต่างๆ โดยระยะที่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงจะทำให้หญ้าทะเลสามารถเจริญเติบโตได้สูง แสดงให้เห็นว่าบริเวณชายหาดทะเลจังหวัดระยอง ที่ระยะห่างจากชายฝั่ง 0-20 (P1) เซนติเมตร มีความเหมาะสมสำหรับการปลูกหญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. pinifolia* (ตาราง 4.13-4.15)

ตาราง 4.13 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. pinifolia* ที่ปลูกบริเวณชายหาดร็อคการ์เดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

Sta.	Label.	%OC	
		Soil	plant/g dry weight
1	RGL1P1	0.41	1.192
2	RGL1P2	0.13	-
3	RGL1P3	0.12	-
4	RGL2P1	0.19	6.280
5	RGL2P2	0.11	-
6	RGL2P3	0.14	-
7	RGL3P1	0.24	1.575
8	RGL3P2	0.11	-
9	RGL3P3	0.11	-
10	RGL4P1	1.08	10.915
11	RGL4P2	0.07	13.390
12	RGL4P3	0.12	-
13	RGL5P1	0.22	2.645
14	RGL5P2	0.12	-
15	RGL5P3	0.1	-
16	RGL6P1	0.32	8.247
17	RGL6P2	0.12	-
18	RGL6P3	0.15	-
19	RGL7P1	0.2	1.743
20	RGL7P2	0.2	23.014
21	RGL7P3	0.09	-
22	RGL8P1	0.16	8.150
23	RGL8P2	0.1	17.450
24	RGL8P3	0.1	6.779
25	RGL9P1	0.14	2.541
26	RGL9P2	0.13	2.046
27	RGL9P3	0.1	-
28	RGL10P1	0.23	-
29	RGL10P2	0.13	-
30	RGL10P3	0.15	-
31	RGL11P1	0.31	6.327
32	RGL11P2	0.12	51.431

Sta.	Label.	%OC	
		Soil	plant/g dry weight
33	RGL11P3	0.15	-
34	RGL12P1	0.34	3.396
35	RGL12P2	0.11	12.228
36	RGL12P3	0.12	-
37	RGL13P1	0.21	4.309
38	RGL13P2	0.12	-
39	RGL13P3	0.29	-
40	RGL14P1	0.21	2.490
41	RGL14P2	0.12	-
42	RGL14P3	0.13	-
43	RGL15P1	0.36	2.008
44	RGL15P2	0.1	-
45	RGL15P3	0.08	-
46	RGL16P1	0.18	22.490
47	RGL16P2	0.1	-
48	RGL16P3	0.13	-

ตาราง 4.14 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินในแต่ระยะห่างที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาดร็อคการ์เดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

	Mean	Std. Deviation	
P1	0.319	0.27879	a
P2	0.203	0.10318	ab
P3	0.127	0.0271	b
F-test	*		

ตาราง 4.15 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินในแต่ละพิกัดที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาดร็อคการ์เดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

	Mean	Std. Deviation
RGL1	0.220	0.165
RGL2	0.147	0.040
RGL3	0.153	0.075
RGL4	0.423	0.569
RGL5	0.147	0.064
RGL6	0.197	0.108
RGL7	0.163	0.064
RGL8	0.120	0.035
RGL9	0.123	0.021
RGL10	0.170	0.053
RGL11	0.193	0.102
RGL12	0.190	0.130
RGL13	0.206	0.085
RGL14	0.153	0.049
RGL15	0.180	0.156
RGL16	0.137	0.040
F-test	ns	

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลที่ปลูกบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

จากการปลูกหญ้าทะเลบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี พบว่าหญ้าทะเลสายพันธุ์*E. acoroides* และ *H. pinifolia* เป็นหญ้าทะเลที่สามารถเจริญเจริญเติบโตได้ในบริเวณชายหาดอ่าวคุ้งกระเบน ในขณะที่หญ้าทะเลสายพันธุ์อื่นๆ ไม่สามารถเจริญเติบโตได้หรือตายในทุก ๆ พิกัดที่ทำการทดลอง และเมื่อนำดินที่ระยะห่างต่างๆ ของการปลูกหญ้า ได้แก่ 0-20 (P1), 21-40 (P2) และ 41-60 (P3) เซนติเมตร มาวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน พบว่าดินมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนไม่แตกต่างกันของทุกระยะที่ทำการทดลอง สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ทำการปลูกหญ้าทะเลจำนวน 14 พิกัด พบว่าพิกัดที่ M13 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินสูงที่สุดเท่ากับ 1.978เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พิกัด D4 และ L12 ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 1.705 เปอร์เซ็นต์ และ 1.117เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพิกัดอื่นๆ มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในช่วง 1.017 เปอร์เซ็นต์ ถึง 0.743เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามพิกัด A1 และ I9 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินต่ำที่สุด โดยมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 0.551 เปอร์เซ็นต์ และ 0.675 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ทั้งนี้หญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. pinifolia* มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในพืชมากกว่าหญ้าทะเลสายพันธุ์ *E. acoroides* โดยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในพืชเฉลี่ย 43.305 เปอร์เซ็นต์ และ 3.694 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามหญ้าทะเลสายพันธุ์ *E. acoroides* และ *H. pinifolia* สามารถเจริญเติบโตได้ทุกระยะห่างจากชายฝั่งทะเล แต่เมื่อพิจารณาพิกัดที่มีการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล พบว่าหญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. pinifolia* มีการเจริญเติบโตจำนวน 4 พิกัด ได้แก่ พิกัดที่ E, F, G, H และ I หรือคิดเป็น 28.57เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่หญ้าทะเลสายพันธุ์ *E. acoroides* การเจริญเติบโตจำนวน 8 พิกัด ได้แก่ A, B, C, D, I, J, K และ L หรือคิดเป็น 57.14 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าบริเวณชายหาดอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี สามารถปลูกหญ้าทะเลสายพันธุ์ *E. acoroides* และ *H. pinifolia* ได้ทุกระยะห่างจากชายฝั่งทะเล (ตารางที่ 4.16-4.18)

ตาราง 4.16 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลสายพันธุ์ *E. acoroides และ H. pinifolia* ที่ปลูกบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

		%OC	
		Soil	plant/g dry weight
A1	*E. acoroides*	1.653	2.085
B1	*E. acoroides*	1.325	3.199
B2	*E. acoroides*	0.569	4.551
B3	*E. acoroides*	0.656	4.472
C1	*H. pinifolia*	1.164	23.763
	E. acoroides	0.947	4.193
C2	*E. acoroides*	1.004	4.241
C3	*E. acoroides*	0.884	6.964
D1	*E. acoroides*	3.096	2.970
D2	*E. acoroides*	1.119	4.785
D3	*E. acoroides*	0.899	5.880
E1	*H. pinifolia*	1.011	33.378
E2	*H. pinifolia*	0.912	20.678
E3	*H. pinifolia*	0.902	140.421
F1	-	0.934	-
F2	*H. pinifolia*	0.992	18.831
F3	*H. pinifolia*	0.774	177.911
G1	*H. pinifolia*	1.107	78.342
G2	*H. pinifolia*	0.626	0.000
G2.1	*H. pinifolia*	0.681	10.942
G3	*H. pinifolia*	1.05	9.381
H1	*H. pinifolia*	0.876	42.487
H2	*H. pinifolia*	0.694	7.128
H3	*E. acoroides*	0.66	2.877
I1	*H. pinifolia*	0.75	29.165
I2	*H. pinifolia*	0.467	13.841
I3	*E. acoroides*	0.808	1.926
J1	-	0.821	-
J2	*E. acoroides*	1.026	2.513
J3	*E. acoroides*	0.7	2.974
K1	-	0.9	-

		%OC	
		Soil	plant/g dry weight
K2	*E. acoroides*	1.061	2.674
K3	*E. acoroides*	0.911	2.692
L1	-	1.617	-
L2	-	0.81	-
L3	*E. acoroides*	0.923	3.800
M1	-	1.504	-
M2	-	2.105	-
M3	-	2.324	-
N1	-	0.902	-
N2	-	0.626	-
N3	-	1.824	-

ตาราง 4.17 ปริมาณอินทรีคาร์บอนของดินในแต่ระยะห่างที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

	Mean	Std. Deviation
P1	1.2614	0.606
P2	0.8579	0.467
P3	0.9511	0.545
F-test	0.133	

ตาราง 4.18 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินในแต่ละพิกัดที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

	Mean	Std. Deviation	
A1	0.551	0.954	c
B2	0.850	0.414	bc
C3	1.017	0.140	bc
D4	1.705	1.210	ab
E5	0.942	0.060	bc
F6	0.900	0.112	bc
G7	0.927	0.2628	bc
H8	0.743	0.116	bc
I9	0.675	0.182	c
J10	0.849	0.165	bc
K11	0.957	0.090	bc
L12	1.117	0.437	abc
M13	1.977	0.425	a
N14	1.117	0.62736	abc
F-test	*		

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลที่ปลูกบริเวณชายหาดแหลมกลัด อำเอแหลมกลัด จังหวัดตราด

จากการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาดชายหาดแหลมกลัด อำเอแหลมกลัด จังหวัดตราด พบว่าหญ้าทะเลทุกสายพันธุ์ไม่สามารถเจริญเจริญเติบโตได้หลังการปลูก จึงทำให้หญ้าทะเลตายในทุก ๆ พิกัดที่ทำการทดลอง และเมื่อนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่ระยะห่างต่างๆ ของการปลูกหญ้า ได้แก่ 0-20 (P1), 21-40 (P2) และ 41-60 (P3) เซนติเมตร พบว่าดินมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงที่สุดที่ระยะห่าง 41-60 (P3) เซนติเมตร ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 0.912 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ระยะ 21-40 (P2) และ 0-20 (P1) มีปริมาณเท่ากับ 0.572 และ 0.407 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับพิกัดที่ทำการปลูกหญ้าทะเลจำนวน 16 พิกัด พบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของทุกพิกัดที่ทำการทดลอง (ตารางที่ 4.19-4.21)

ตาราง 4.19 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลที่ปลูกบริเวณชายหาดเกาะแหลมกลัด (LK) ชายหาดแหลมกลัด อำเภอแหลมกลัด จังหวัดตราด

Sta.	Label.	%OC Soil	Sta.	Label.	%OC Soil
1	LKL1P1	0.09	25	LKL9P1	0.55
2	LKL1P2	0.55	26	LKL9P2	0.47
3	LKL1P3	0.47	27	LKL9P3	0.35
4	LKL2P1	1.25	28	LKL10P1	0.2
5	LKL2P2	0.55	29	LKL10P2	0.74
6	LKL2P3	0.31	30	LKL10P3	0.43
7	LKL3P1	0.27	31	LKL11P1	0.98
8	LKL3P2	0.31	32	LKL11P2	0.78
9	LKL3P3	0.2	33	LKL11P3	0.55
10	LKL4P1	0.43	34	LKL12P1	0.47
11	LKL4P2	0.94	35	LKL12P2	2.3
12	LKL4P3	0.43	36	LKL12P3	0.98
13	LKL5P1	0.23	37	LKL13P1	1.29
14	LKL5P2	0.39	38	LKL13P2	2.18
15	LKL5P3	0.25	39	LKL13P3	0.27
16	LKL6P1	0.27	40	LKL14P1	0.16
17	LKL6P2	0.94	41	LKL14P2	0.27
18	LKL6P3	0.39	42	LKL14P3	1.09
19	LKL7P1	0.47	43	LKL15P1	0.31
20	LKL7P2	0.31	44	LKL15P2	1.01
21	LKL7P3	0.16	45	LKL15P3	1.72
22	LKL8P1	0.31	46	LKL16P1	0.16

Sta.	Label.	%OC Soil	Sta.	Label.	%OC Soil
23	LKL8P2	0.74	47	LKL16P2	0.43
24	LKL8P3	0.39	48	LKL16P3	1.91

ตาราง 4.20 ปริมาณอินทรีคาร์บอนของดินในแต่ระยะห่างที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาดแหลมกลัด อำเ4อแหลมกลัด จังหวัดตราด

	Mean	Std. Deviation	
P1	0.407	0.32612	b
P2	0.572	0.38087	ab
P3	0.912	0.73441	a
F-test	*		

ตาราง 4.21 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินในแต่ละพิกัดที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาดแหลมกลัด อำเอแหลมกลัด จังหวัดตราด

Sta.	Mean	Std. Deviation	Sta.	Mean	Std. Deviation
LKL1	0.370	0.246	LKL9	0.457	0.101
LKL2	0.703	0.488	LKL10	0.457	0.271
LKL3	0.260	0.056	LKL11	0.77	0.215
LKL4	0.600	0.294	LKL12	1.25	0.944
LKL5	0.290	0.087	LKL13	1.2467	0.956
LKL6	0.533	0.357	LKL14	0.5067	0.508
LKL7	0.313	0.155	LKL15	1.0133	0.705
LKL8	0.480	0.229	LKL16	0.8333	0.942
			F-test	ns	

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลที่ปลูกบริเวณชายหาดเกาะกระดาด จังหวัดตราด

ทำการศึกษาหญ้าทะเลบริเวณชายหาดของเกาะกระดาด จังหวัดตราด จำนวน 5 ชนิดพันธุ์ ได้แก่ *Enhalus acoroides*, *Thalasia hemprichii*, *Halophila ovalis*, *Haludule uninervis* และ *Cymodocea serrulata* โดยมีระยะห่างของการปลูกหญ้าทะเลจำนวน 3 ระยะ ได้แก่ 0-20 (P1), 21-40 (P2) และ 41-60 (P3) เซนติเมตร ซึ่งแต่ละระยะห่างจะมีการปลูกหญ้าทะเลจำนวน 15 พิกัด ตามแนวชายฝั่งทะเล จากนั้นนำตัวอย่างดินและหญ้าทะเลมาทำการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน พบว่าระยะห่าง (P) และพิกัดที่ปลูกหญ้าทะเล (L) ไม่มีผลต่ออินทรีย์คาร์บอนของดิน กล่าวคือ การปลูกหญ้าทะเลที่ระยะห่าง 0-60 เซนติเมตร จะมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินไม่แตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยในพืชต่อน้ำหนัก 1 กรัมแห้ง พบว่าหญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. ovalis* มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงที่สุดเท่ากับ 36.698 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ *T. hemprichii*, *H.uninervis, C. serrulata*, มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 29.609 13.645 และ 11.739 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ *E. acoroides* มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่ำที่สุดเท่ากับ 4.261 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการอยู่รอดหลังปลูกหญ้าทะเลบริเวณชายหาดของเกาะกระดาษ พบว่าหญ้าทะเลสายพันธุ์ *E. acoroides* มีปริมาณสูงที่สุดจำนวน 23 พิกัด คิดเป็น 42 เปอร์เซ็นต์ ของสายพันธุ์หญ้าทะเลทั้งหมดที่ปลูกบนเกาะกระดาษ รองลงมาคือ *H.uninervis, C.serrulata, T.hemprichii* และ *H. ovalis* มีหญ้าทะเลจำนวน 12, 9, 6 และ 5 พิกัด โดยคิดเป็น 22 16 11 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ของสายพันธุ์หญ้าทะเลทั้งหมดที่ปลูกบนเกาะกระดาด ตามลำดับ

ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าหญ้าทะเลที่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงจะมีอัตราการอยู่รอดต่ำกว่าหญ้าทะเลที่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่ำ เช่น หญ้าทะเลสายพันธุ์ *H. ovalis* ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงที่สุด มีจำนวนที่อยู่รอดเพียง 5 พิกัด ในขณะที่หญ้าทะเลสายพันธุ์ *E. acoroides* ที่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่ำที่สุด จะมีการอยู่รอดสูงที่สุดจำนวน 23 พิกัด จากทั้งหมด 30 พิกัดที่ทำการปลูกหญ้าทะเล (ตารางที่ 4.22-4.24)

ตาราง 4.22 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและหญ้าทะเลที่ปลูกบริเวณชายหาดเกาะกระดาด จังหวัดตราด

Label.	Species	Dry weight	%OC		%OC plant/g dry weight
			plant	soil	
KDL1P2	*E.acoroides*	11.492	102.95	0.28	8.958
KDL1P3	*E.acoroides*	24.534	101.52	0.21	4.138
KDL1P3	*T.hemprichii*	0.8561	50.25	-	58.696
KDL2P1	*E.acoroides*	103.284	109.58	0.39	1.061
KDL2P2	-	-	0	0.28	-
KDL2P3	*E.acoroides*	62.1	107.27	0.24	1.727
KDL2P3	*H.ovalis*	2.7079	56.46	-	20.850

Label.	Species	Dry weight	%OC		%OC plant/g dry weight
			plant	soil	
KDL2P3	*T.hemprichii*	5.3967	55.69	-	10.319
KDL3P1	-	0	0	0.27	-
KDL3P2	*E.acoroides*	7.625	103.2	0.24	13.534
KDL3P2	*H.uninervis*	5.0762	68	-	13.396
KDL3P2	*T.hemprichii*	1.7653	50.39	-	28.545
KDL3P3	*E.acoroides*	17.446	97.49	0.24	5.588
KDL3P3	*C.serrulata*	6.224	95.57	-	15.355
KDL3P3	*H.uninervis*	5.3825	74.11	-	13.769
KDL4P1	-	0	0	0.25	-
KDL4P2	*E.acoroides*	57.294	106.96	0.22	1.867
KDL4P2	*C.serrulata*	19.482	113.16	-	5.808
KDL4P2	*H.uninervis*	3.934	68.54	-	17.422
KDL4P3	*E.acoroides*	37.373	118.32	0.24	3.166
KDL4P3	*H.uninervis*	17.6	67.57	-	3.839
KDL5P1	*E.acoroides*	39.063	95.18	0.29	2.437
KDL5P2	*E.acoroides*	21.329	101.9	0.24	4.778
KDL5P2	*H.uninervis*	2.413	69.51	-	28.806
KDL5P2	*T.hemprichii*	2.4927	66.52	-	26.686
KDL5P3	*H.ovalis*	0.1232	60.38	0.29	490.097
KDL5P3	*H.uninervis*	14.1541	74.99	-	5.298
KDL5P3	*T.hemprichii*	2.2545	53.65	-	23.797
KDL6P1	*E.acoroides*	86.423	95	0.27	1.099
KDL6P2	*E.acoroides*	30.727	94.08	0.29	3.062
KDL6P2	*H.uninervis*	11.7469	71.78	-	6.111
KDL6P2	*T.hemprichii*	11.5488	53.01	-	4.590
KDL6P3	*H.ovalis*	2.202	38.29	0.26	17.389
KDL6P3	*H.uninervis*	39.27	71.12	-	1.811
KDL7P1	*E.acoroides*	101.155	107.72	0.21	1.065
KDL7P1	*C.serrulata*	11.555	101.69	-	8.801
KDL7P2	*E.acoroides*	35.171	103.36	0.21	2.939
KDL7P2	*C.serrulata*	11.083	113.8	-	10.268
KDL7P2	*H.uninervis*	4.6683	75.57	-	16.188
KDL7P3	-	-	-	0.29	-
KDL8P1	*E.acoroides*	15.376	105.36	0.31	6.852
KDL8P1	*C.serrulata*	6.179	109.54	-	17.728

Label.	Species	Dry weight	%OC		%OC plant/g dry weight
			plant	soil	
KDL8P1	*H.uninervis*	2.4382	67.04	-	27.496
KDL8P2	*E.acoroides*	27.143	102.45	0.21	3.774
KDL8P2	*C.serrulata*	11.033	113.74	-	10.309
KDL8P2	*H.uninervis*	10.8028	76.83	-	7.112
KDL8P3	-	-	-	0.25	-
KDL9P1	*C.serrulata*	13.333	98.99	0.25	7.424
KDL9P2	*C.serrulata*	11.046	116.09	0.19	10.510
KDL9P2	*H.ovalis*	1.3737	50.25	-	36.580
KDL9P2	*H.uninervis*	3.1428	70.68	-	22.489
KDL9P3	*H.ovalis*	1.0168	40.82	0.17	40.146
KDL10P1	*E.acoroides*	12.949	106.6	0.2	8.232
KDL10P1	*C.serrulata*	5.732	111.48	-	19.449
KDL10P2	-	0	0	0.27	-
KDL10P3	-	0	0	0.23	-
KDL11P1	*E.acoroides*	23.98	91.05	-	3.797
KDL11P2	*E.acoroides*	36.05	96.27	-	2.670
KDL11P3	-	0	0	-	-
KDL12P1	-	0	0	-	-
KDL12P2	*E.acoroides*	22.26	99.85	-	4.486
KDL12P3	*E.acoroides*	11.15	95.16	-	8.535
KDL13P1	*E.acoroides*	65.81	96.23	-	1.462
KDL13P2	-	0	0	-	-
KDL13P3	-	0	0	-	-
KDL14P1	*E.acoroides*	61.34	96.94	-	1.580
KDL14P2	-	0	0	-	-
KDL14P3	-	0	0	-	-
KDL15P1	-	0	0	-	-
KDL15P2	-	-	-	-	-
KDL15P3	-	0	0	-	-

หมายเหตุ L คือพิกัดเก็บตัวอย่าง และ P คือ ระยะห่างการเก็บตัวอย่าง

ตาราง 4.23 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในแต่ระยะห่างที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณเกาะกระดาด จังหวัดตราด

	Mean	Std. Deviation
P1	0.244	0.10102
P2	0.243	0.03529
P3	0.242	0.03553
F-test	ns	

ตาราง 4.24 การวิเคราะห์สถิติปริมาณอินทรียวัตถุของดินในแต่ละพิกัดที่มีการปลูกหญ้าทะเลบริเวณเกาะกระดาด จังหวัดตราด

	Mean	Std. Deviation
KDL1	0.245	0.0495
KDL2	0.303	0.0777
KDL3	0.250	0.0173
KDL4	0.237	0.0153
KDL5	0.273	0.0289
KDL6	0.273	0.0153
KDL7	0.237	0.0462
KDL8	0.257	0.0503
KDL9	0.203	0.0416
KDL10	0.233	0.0351
F-test	ns	

ส่วนที่ 4 การศึกษาปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บ (Carbon storage) ในหญ้าทะเลชนิดต่างและในดินตามแนวชายฝั่งทะเล

จากตารางที่ 4.25 พบว่า หญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroidess* หรือหญ้าคาทะเลเป็นหญ้าทะเลที่มีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนไว้ภายในโครงสร้างได้มากที่สุด ทั้ง หญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroidess* ที่พบในจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด คือสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ 3,795.67 gCm-2 และ 4,100.12 gCm-2 ตามลำดับ รองมาเป็นหญ้าทะเลชนิด *Halodule uninervis* ในจังหวัดตราด พบมีความสามารถกักเก็บคาร์บอน 2,883.10 gCm-2 ซึ่งสอดคล้องไปกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสะสมเฉลี่ยในดินตามชายฝั่งที่พบมีปริมาณสะสมมากในจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด คือ 1.06 เปอร์เซ็นต์ และ 0.345 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.26)

ตารางที่ 4.25 ปริมาณคาร์บอนกักเก็บ (Carbon storage) ในหญ้าทะเลชนิดต่างตามชายฝั่งภาคตะวันออกของประเทศไทย

พื้นที่ศึกษา	ชนิดของหญ้าทะเล	Mean of OC (%)	Average of Dry weight (gm-2)	Carbon stored (gCm-2)
ชลบุรี	*Halophila minor*	37.92	0.221	8.38
	Haludule pinifolia	88.28	5.15	454.64
ระยอง	*Haludule pinifolia*	95.91	16.97	1,627.59
จันทบุรี	*Enhalus acoroides*	113	33.59	3,795.67
	Haludule pinifolia	85	2.03	172.55
ตราด	*Enhalus acoroides*	103.46	39.63	4,100.12
	Cymodocea serrulata	108.228	10.63	1,150.46
	Halophila ovalis	121.01	1.48	179.09
	Halodule uninervis	71.311	40.43	2,883.10
	Thalasia hemprichii	54.918	4.05	222.42

ตารางที่ 4.26 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสะสมเฉลี่ยในดินตามชายฝั่งภาคตะวันออกของประเทศไทย

พื้นที่ศึกษา	ระยะห่างจากฝั่ง (เมตร)	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ย (%)
ชลบุรี	200	0.265
ระยอง	200	0.18
จันทบุรี	200	1.06
ตราด	200-400	0.345

บทที่ 5
อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลอง การกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในดินชายฝั่งที่พบหญ้าทะเล โดยเก็บตัวอย่างดินในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ 2560 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ 2561 โดยพื้นที่ศึกษาจำนวน 4 สถานที่ดังต่อไปนี้ คือ 4 พื้นที่ศึกษา คือ บริเวณอ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ครอบคลุมพื้นที่ 900 ไร่ หาดร็อคกาเดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ครอบคลุมพื้นที่ 1,250 ไร่), แหลมกลัด อำเภอเมืองตราด จังหวัดตราด ครอบคลุมพื้นที่ 1,125 ไร่ และ เกาะกระดาด จังหวัดตราด ครอบคลุมพื้นที่ 675 ไร่ ซึ่งเก็บดินตัวอย่าง ในระยะทางที่ต่างกันออกจากชายฝั่งทะเล 3 ระยะ คือ 200 400 และ 600 เมตร จากสถานที่ต่างๆ ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และมีระยะห่างระหว่างจุดเก็บดินตัวอย่าง แนวตั้งฉากกับชายฝั่ง และแนวขนานกับชายฝั่งเป็นระยะ 200 เมตร ปรากฏว่า ทุกบริเวณที่เก็บตัวอย่างในแต่ละระยะที่ออกจากชายฝั่งทะเลของทั้งเกาะกระดาด ฐานทัพเรือสัตหีบ และแหลมกลัด จะมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนใกล้เคียงกันในแต่ละระยะที่ทำการเก็บตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต และยังสอดคล้องกับ A. T., S. vander Voort and T. I. Eglinton (2016) ได้ทำการศึกษา ความเกี่ยวข้องของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนทะเลสำหรับปริมาณที่คงเหลือของก๊าซเรือนกระจกของประเทศซึ่งมีพื้นที่ติดทะเล ได้ทำการศึกษาปริมาณคาร์บอนในดินพื้นที่บนบก และพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเล ของประเทศนามิเบีย ปากีสถาน และอังกฤษ พบว่า ประเทศนามิเบีย Carbon stock เท่ากับ 186 เปอร์เซ็นต์ ประเทศปากีสถาน Carbon stock เท่ากับ 36 เปอร์เซ็นต์ และประเทศอังกฤษ Carbon stock เท่ากับ 53 เปอร์เซ็นต์

สภาพแวดล้อมเกาะกระดาด จังหวัดชลบุรี พื้นที่มีลักษณะเป็นเกาะ ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของเกาะที่มีพื้นที่เกือบจะแบนราบทั้งเกาะ ไม่มีภูเขา เป็นพื้นที่สีเขียวมีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติสูง ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยมากที่สุดในระยะ 200 เมตร คือ 0.266 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือ

ในระยะ 200 เมตร จากชายฝั่งทะเลพบหญ้าทะเลบริเวณจุดเก็บดินตัวอย่างดังต่อไปนี้ L5 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Cymodocea serrulata*, L6 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Cymodocea serrulata,* L7 พันธุ์ พบหญ้าทะเลพันธุ์*Enhalus acoroides* และพันธุ์ *Cymodocea serrulata*, L8 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Enhalus acoroides* พันธุ์ *Cymodocea serrulata* และพันธุ์ *Holophila ovalis*, L9 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Cymodocea serrulata*

ในระยะ 400 เมตร จากแนวชายฝั่ง พบหญ้าทะเลบริเวณจุดเก็บดินตัวอย่างดังต่อไปนี้ L1 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Enhalus acoroides*, L2 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Enhalus acoroides*, L3 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Enhalus acoroides* พันธุ์ *Holodule uninervis* และพันธุ์ *Thalasia hemprichii*, L4 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Enhalus acoroides* พันธุ์ *Cymodocea serrulata* และพันธุ์ *Holodule*

uninervis, L7 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Enhalus acoroides* พันธุ์ *Cymodocea serrulata* และพันธุ์ *Holodule uninervis*, L8 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Enhalus acoroides* พันธุ์ *Cymodocea serrulata* และพันธุ์ *Holodule uninervis*, L9 พบหญ้าทะเลพันธุ์*Cymodocea serrulata* พันธุ์ *Holodule ovalis* และพันธุ์ *Holodule uninervis*

ระยะ 600 เมตรจากชายฝั่ง พบหญ้าทะเลบริเวณจุดเก็บดินตัวอย่างดังต่อไปนี้ L1 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Enhalus acoroides* และพันธุ์ *Thalasia hemprichii*, L2 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Enhalus acoroides* พันธุ์ *Holodule ovalis* และพันธุ์ *Thalasia hemprichii*, L3 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Enhalus acoroides* พันธุ์ *Cymodocea serrulata* และพันธุ์ *Holodule uninervis,* L4 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Enhalus acoroides* แลและพันธุ์ *Holodule uninervis,* L6 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Holodule uninervis* และพันธุ์ *Holodule ovalis,* L9 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Holodule ovalis* จากการศึกษาของ ปัทมา ศรีน้ำเงิน เพชรดา ปินใจ สุมิตร คุณเจตน์ และสนธิชัย จันทร์เปรม (2559) หญ้าทะเลพันธุ์ *Enhalus acoroides* และ พันธุ์ *Cymodocea serrulata* มีความสามารถในการกักเก็บปริมาณอินทรีย์คาร์บอนได้มาก หากเทียบกับสายพันธุ์อื่นๆที่พบบริเวณจุดเก็บดินในแต่ละจุด ประกอบกับในระยะนี้มีความหนาแน่นของหญ้าทั้งสองสายพันธุ์นี้มากกว่าในระยะอื่น จึงส่งผลให้ระยะนี้มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยมากกว่าในระยะอื่น เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า เมื่อหญ้าทะเลดูดซับคาร์บอนในบรรยากาศและสะสมไว้ในส่วนใต้ดิน คือ ราก และเหง้า และส่วนเหนือดิน คือ ใบ ซึ่งเมื่อหญ้าทะเลตายลง ส่วนต่างๆเหล่านี้ที่มีคาร์บอนสะสมอยู่ก็จะเกิดการทับถมและย่อยสลายลงสู่ดินบริเวณนั้น เป็นต้น ส่วนเหตุที่ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยในระยะ 400 เมตร และ 600 เมตร จากแนวชายฝั่ง มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยลดลงตามลำดับนั้น จากการที่สังเกต พบว่า หญ้าทะเล 2 สายพันธุ์ ที่ได้กล่าวไปข้างต้นนั้น มีความหนาแน่นที่ลดลงตามลำดับ ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนลดลงในระยะห่างจากชายฝั่งที่เพิ่มขึ้น รวมไปถึงการตกตะกอนบริเวณจุดเก็บดินตัวอย่างที่มีหญ้าทะเลขึ้นนั้น ใบของหญ้าทะเลจะเป็นตัวช่วยในการดักตะกอนที่อยู่ในกระแสน้ำ เมื่อตะกอนเคลื่อนที่มากระทบบริเวณใบ ของหญ้าทะเลก็จะเกิดการตกตะกอนขึ้นในบริเวณนั้น และเกิดการทับถมและย่อยสลายในดินบริเวณนั้นในรูปของสารประกอบอินทรีย์ จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ในระยะนี้ มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยมากกว่าในระยะอื่น และด้วยพื้นที่เกาะกระดาดนั้นเป็นเกาะ อยู่ท่ามกลางทะเลจึงส่งผลให้ระบบนิเวศทั้งบนเกาะ และระบบนิเวศชายมีความสมบูรณ์อย่างมาก หญ้าทะเลจึงเป็นปัจจัยหลักปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

สภาพแวดล้อมแหลมกลัด จังหวัดตราด พื้นที่มีลักษณะเป็นแหลม ประชาชนตั้งบ้านเรือนอยู่กระจัดกระจายในพื้นที่ของตนเอง ไม่มีอุตสาหกรรม ชาวบ้านส่วนใหญ่ทำอาชีพประมงและค้าขาย มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยมากที่สุดในระยะ 400 เมตร คือ 0.298 เปอร์เซ็นต์ เหตุที่อินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยมีปริมาณมากที่สุดใน ระยะนี้ กล่าวคือ ในช่วงที่ออกเก็บดินตัวอย่างนั้น เป็นช่วงปลายเดือน เมษายน พ.ศ. 2560 ซึ่งเป็นช่วงมรสุม จึงส่งผลให้ไม่พบหญ้าทะเลในทุกจุด ของการเก็บดินตัวอย่าง และเหตุที่อินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยมากที่สุดในระยะนี้อาจเป็นผลมาจากการสะสมของ

อินทรีย์คาร์บอนในดิน จากการทับถมและย่อยสลายของซากพืชซากสัตว์ในช่วงก่อนหน้านี้จนถึงวันที่เก็บดินตัวอย่าง และอาจเกิดจาการพัดพาของตะกอนมาทับถมและย่อยสลายเป็นสารประกอบอินทรีย์ ในระยะนี้มีมากกว่าระยะ 600 เมตร และ 200 เมตร จากแนวจากฝั่ง และด้วยลักษณะของพื้นแหลมกลัด จังหวัดตราดนั้น มีลักษณะของพื้นที่ในลักษณะแหลม เมื่อเกิดมรสุมจึงส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศชายฝั่งค่อนข้างรุนแรง ซึ่งจากการสังเกตระบบนิเวศชายฝั่งในช่วงปลายเดือน เมษยานที่ได้กล่าวไปข้างต้นแล้วนั้น หญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งเกิดความเสียหายอย่างมาก และพบเศษซากหญ้าทะเลบริเวณผิวดิน กระจัดกระจายตามจุดเก็บดินตัวอย่างในบางจุด

สภาพแวดล้อมฐานทัพเรือสัตหีบ จังหวัดชลบุรี พื้นที่มีลักษณะเป็นอ่าว และเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของบ้านเรือนค่อนข้างมาก ชาวบ้านประกอบอาชีพประมง ปริมาณมากที่สุดในระยะ 400 เมตร คือ 0.298 เปอร์เซ็นต์ เหตุที่อินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยมีปริมาณมากที่สุดในระยะนี้กล่าวคือ ในระยะ 200 เมตร จากชายฝั่งทะเล พบหญ้าทะเลบริเวณจุดเก็บดินตัวอย่างดังต่อไปนี้ L1 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Halophila minor* และพันธุ์ *Haludule pinifolia*, L2 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Haludule pinifolia*, L3 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Halophila minor* และพันธุ์ *Haludule pinifolia*, L4 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Haludule pinifolia*, L6 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Halophila minor*, L7 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Halophila minor*, L8 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Halophila minor* และพันธุ์ *Haludule pinifolia*, L9 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Haludule pinifolia*, L11 พบหญ้าทะเลพันธุ์ *Haludule pinifolia* จะเห็นได้ว่า ในระยะ 400 เมตร และ 600 เมตร ไม่พบหญ้าทะเลบริเวณจุดเก็บตัวอย่างดินในแต่ละจุดเก็บดินตัวอย่าง ซึ่งค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากสุดในระยะ 400 เมตร จากชายฝั่งทะเล เนื่องด้วยพื้นที่แหลมกลัด จังหวัดตราด พื้นที่เก็บดินตัวอย่างนั้น เป็นลักษณะดินทรายละเอียดปนโคลน และมีสีเข้ม ซึ่งดินในระยะนี้อาจมีการพัดพาตะกอน ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งสารประกอบอินทรีย์ทุกชนิดมีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ หรือเรียกว่าอินทรีย์คาร์บอน มาทับทมในระยะนี้มาก จึงส่งผลให้ในระยะนี้มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยสูงกว่าในระยะอื่น และด้วยลักษณะของพื้นที่ฐานทัพเรือสัตหีบ มีลักษณะเป็นอ่าว จึงมีการพัดพาตะกอนเข้ามาทับถมมากจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

อนุภาคดินต่อการจับประจุคาร์บอน

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินหรือคอลลอยด์ของดิน หมายถึง ปริมาณประจุบวก (Cation) ทั้งหมดที่ดินหรือคอลลอยด์นั้นสามารถจะดูดยึดไว้ได้ ส่วนมากจะบอกค่า mc/ดิน 100 กรัม ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินหรือคอลลอยด์แต่ละชนิดต่างกันมาก เช่น ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุของ humus, montmorillonite, kaolinite และ hydrous oxide จะมีค่า 200, 100, 30, 8 และ 4 mc/ดิน 100 กรัม ตามลำดับ

สำหรับในด้านปฐพีวิทยาเนื้อดินถูกจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มขนาดดิน คือ อนุภาคดินทราย (Sand particle) อนุภาคทรายแป้ง (Silt particle) และอนุภาคดินเหนียว (Clay particle) ซึ่งดินทั้ง 3 อนุภาคดินนี้มีผลต่อสมบัติทางฟิสิกส์ได้แก่ ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความสามารถใน

การถ่ายเท อากาศ และความหนาแน่นของเกาะตัวกันเป็นก้อนดิน เมื่อดินยิ่งมีขนาดเล็กย่อมมีจำนวนปริมาณของ อนุภาคดินมากเมื่อเปรียบเทียบกับอนุภาคดินขนาดใหญ่ ข้อดีของอนุภาคดินที่มีจำนวนมากคือทำให้ได้ พื้นที่ผิวและช่องว่างระหว่างอนุภาคดินเป็นจำนวนมาก พื้นที่ผิวของดินและช่องว่างในดินนั้นมีความสำคัญมากเพราะมีผลต่อสมบัติการดูดซับน้ำและธาตุอาหารพืชเป็นอย่างมาก นอกจากนี้อนุภาคของดินยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณของอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งอินทรียวัตถุถือเป็นดัชนี สำคัญที่แสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายของซากพืชและสัตว์ ผสมอยู่กับอนุภาคดิน บทบาทของอินทรียวัตถุในดินเป็นทั้งแหล่งสะสมธาตุอาหารของพืชและเป็นแหล่ง สะสมคาร์บอน เพราะองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตไม่ว่าพืชหรือสัตว์นั้นมีคาร์บอนเป็นส่วนประกอบทั้งสิ้น ดังนั้นเมื่อเกิดกระบวนการย่อยสลายซากพืชหรือสัตว์ขึ้นทำให้คาร์บอนที่อยู่เคยอยู่ในทั้งพืชและสัตว์ย้ายมาสะสมอยู่ในดิน

ความสัมพันธ์ของดินกับพืช ที่มีผลต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

ธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักของโครงสร้างทางอินทรีย์ของพืช พืชได้รับคาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทางปากใบ และเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นอินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon) โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงเป็นหลัก และผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงโดยประจุอินทรีย์ในดินเป็นบางส่วน ขบวนการย่อยสลายของซากพืชและสัตว์เป็นส่วนช่วยให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศ เพื่อที่พืชจะนำมาใช้ได้ใหม่อย่างเพียงพออยู่เสมอ ปริมาณมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้งของพืชประกอบไปด้วยสารประกอบคาร์บอน ซึ่งส่วนมากจะอยู่ในรูปของ Cellulose, hemicellulose, lignin และแป้ง ซึ่งเมื่อพืชตายลง จึงเกิดการทับถมและย่อยสลายลงสู่ดินในบริเวณนั้น โดยสารประกอบคาร์บอนก็จะเกิดการสะสมอยู่ในดินบริเวณเช่นกัน จึงกล่าวได้ว่าดินกับพืชมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

บทที่ 6
สรุป และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินชายฝั่งที่พบหญ้าทะเล ซึ่งเมื่อเก็บดินตัวอย่างเสร็จในพื้นที่นั้นๆ และผึ่งตัวอย่างดินจนแห้งแล้ว จึงไปวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (OC) โดยวิธี Walkley and Black Titration ที่ภาคปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่ได้โดยวิธีการของดันแคน (Duncan's new multiple range test, DMRT) และ T-test โดยใช้ โปรแกรมสำเสร็จรูป IBM SPSS Statistic Versin 22.0 สรุปได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินชายฝั่งทะเล ที่ระยะต่างกันจากแนวชายฝั่งระยะ 200 เมตร, 400 เมตร และ 600 เมตร คือ

1. บริเวณพื้นที่ศึกษาอ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (OC) เฉลี่ย เท่ากับ 0.222 เปอร์เซ็นต์, 0.298 เปอร์เซ็นต์ และ 0.269 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2. บริเวณพื้นที่ศึกษาหาดร็อคการ์เดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (OC) เฉลี่ย 0.319 เปอร์เซ็นต์, 0.203 เปอร์เซ็นต์ และ 0.127 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3. บริเวณพื้นที่ศึกษาหาดแหลมกลัด อำเภแหลมกลัด จังหวัดตราด มีค่าอินทรีย์คาร์บอน (OC) เฉลี่ยเท่ากับ 0.222 เปอร์เซ็นต์, 0.298 เปอร์เซ็นต์ และ 0.269 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4. บริเวณพื้นที่ศึกษาเกาะกระดาด จังหวัดตราด มีค่าอินทรีย์คาร์บอน (OC) เฉลี่ยเท่ากับ 0.266 เปอร์เซ็นต์ 0.243 เปอร์เซ็นต์ และ 0.242 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2. บริเวณชายฝั่งที่มีหญ้าทะเลเจริญเติบโตอยู่อย่างหนาแน่น เช่น พื้นที่ศึกษาอ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี และ พื้นที่ศึกษาหาดร็อคการ์เดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง นั้นจะมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสะสมในดินเป็นจำนวนมากตามไปด้วย

3. หญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* มีความสามารถในการกักเก็บปริมาณอินทรีย์คาร์บอนได้ดีที่สุด (อ้างอิงจากผลการวิจัยที่ผ่านมาของโครงการในปีที่ 1) ทำให้บริเวณพื้นที่ศึกษาที่มีหญ้าทะเลชนิดนี้เจริญเติบโตอยู่อย่างหน้าแน่น ได้แก่ พื้นที่ศึกษาเกาะกระดาด จังหวัดตราด จะมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสะสมอยู่สูงตามไปด้วย และเมื่อคำนวนปริมาณการกักเก็บคาร์บอน พบว่าหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroidess* ที่พบในจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด คือสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ 3,795.67 gCm-2 และ 4,100.12 gCm-2 ตามลำดับ รองมาเป็นหญ้าทะเลชนิด *Halodule uninervis* ในจังหวัดตราด พบมีความสามารถกักเก็บคาร์บอน 2,883.10 gCm-2

ประโยชน์ที่ได้รับ

ทราบค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์OC) และความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในหญ้าทะเลในดินชายฝั่ง ทั้ง 4 พื้นที่การศึกษา คือ พื้นที่ศึกษาอ่าวสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี พื้นที่ศึกษาหาดร็อคการ์เดนท์-เนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง พื้นที่ศึกษาหาดแหลมกลัด อำเภแหลมกลัด จังหวัดตราด และบริเวณพื้นที่ศึกษาเกาะกระดาด จังหวัดตราด และทราบถึงความสามารถของดินในการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนชายฝั่งทะเลที่มีหญ้าทะเล รวมไปถึงทราบถึงระบบนิเวศชายฝั่งของทั้ง 4 บริเวณ และสามารถวางแผน จัดการระบบนิเวศชายฝั่งให้เอื้อต่อความสามารถในการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในปริมาณที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้ เช่น การลดปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อปริมาณหญ้าทะเลและสาหร่ายทะเล เพราะ หญ้าทะเล และสาหร่ายทะเลมีความสำคัญต่อระบบนิเวศทางทะเลเป็นอย่างมาก โดยเป็นตัวทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตในทะเล ผลผลิตจากการสังเคราะห์แสงจะเป็นทั้งอาหารและให้ออกซิเจนแก่สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในทะเลบริเวณที่มีหญ้าทะเล และสาหร่ายทะเลขึ้นอยู่ จึงจัดเป็นแหล่งที่อุดมสมบูรณ์แห่งหนึ่ง เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

การกักเก็บคาร์บอนในดินอาศัยพืชเป็นปัจจัยสำคัญ เนื่องจากเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพต้นทุนต่ำ และสามารถดำเนินการได้โดยพืชใช้กระบวนการสังเคราะห์แสงในการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศมาสร้างและเก็บกักเป็นคาร์บอนสะสมในส่วนของเนื้อเยื่อพืช เมื่อพืชทิ้งเศษซากไว้บนดินเศษซากพืชเหล่านี้จะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์และปลดปล่อยคาร์บอนออกมา สู่ดิน บางส่วนที่ย่อยสลายยากจะถูกเก็บสะสมในรูปอินทรียวัตถุ ดังนั้น หญ้าทะเลเป็นพืชที่สำคัญสามารถกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนลงดินได้จึงควรมีการแนะนำส่งเสริม ให้มีการอนุรักษ์และดูแลรักระบบนิเวศชายฝั่งอย่างเหมาะสมเฉพาะเจาะจงในพื้นที่มากยิ่งขึ้น

บรรณนานุกรม

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง พัฒนาระบบโดย ศูนย์สารสนเทศ กองแผนงาน. (2556). *ทรัพยากรดินในพื้นที่ชายฝั่งทะเล.* วันที่สืบค้นข้อมูล 3 ตุลาคม 2560, จาก http://marinegiscenter.dmcr.go.th/km/coastal-zone-management09/#.Wcz70cZpFkg

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2544). *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จริยาวดี สุริยพันธุ์. (2559). *บทบาทของหญ้าทะเลต่อชายฝั่ง*.วันที่สืบค้นข้อมูล 2 ตุลาคม 2560, จาก http://www.uniserv.buu.ac.th/forum2/topic.asp?TOPIC_ID=6667

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2548). *ดินตะกอน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์, (2547) *สารอินทรีย์*. สืบค้น 3 ตุลาคม 2560, จาก http://digi.library.tu.ac.th/thesis/st/0413/03chapter2.pdf

ณิชาภัทร์ ดวงทิพย์ ปวีณา ไกรวิจิตร และ เสวียน เปรมประสิทธิ์. (2559). การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ใต้ดิน และไม้พื้นล่างในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพันธุ์พืชบริเวณเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์, *วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศเทศ*, (99-112)

พจนีย์ มอญเจริญ และทวีศักดิ์เวียรศิลป์. (2541). *คาร์บอนในดินประเทศไทย.*กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

รัตนาภรณ์ อาณาประโยชน์ ผู้ช่วยผู้ประสานงานโครงการ MEAs Think Tank. (2555). *คาร์บอนสีน้ำเงินขุมทรัพย์ใหม่ที่น่าจับตา.* วันที่ค้นข้อมูล 2 ตุลาคม 2560, จาก http://www.measwatch.org/writing/3600

ศุภธิดา อ่าทอง และ พันธ์ศักดิ์ ธาดา. (2553). *ความสัมพันธ์ระหว่างการเก็บรักษาอินทรีย์คาร์บอนของดินที่มีการใช้ที่ดินแบบต่างๆ และคุณภาพของดิน.*ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม. เชียงใหม่: คณะผลิตกรรมกรเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปวีณ์นุช ปวงวงค์คำ ศุภธิดา อ่ำทอง. (2558). *การเปรียบเทียบคาร์บอนส่วนต่างๆ และสมบัติบางประการของดินต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินในนาภายใต้ระบบการจัดการแบบเกษตรอินทรีย์และเกษตรเคมี. ใน* การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 5, น. 4. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ปัทมา ศรีน้ำเงิน, เพชรดา ปินใจ, สุมิตร คุณเจตน์ และสนธิชัย จันทร์เปรม (2559) การสะสมคาร์บอนของหญ้าทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษาเขตศูนย์การศึกษาพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี. *ว.พืชศาสตร์สงขลานครินทร์ปีที่ 3 (พิเศษ)*, น.29-35

วรรณชัย วรรณสิงห์ ภูวดล โกมณเฑียร และอภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น. (2560). ปริมาณคาร์บอนทั้งหมดและสมบัติของดินบริเวณอ่างเก็บน้ำหนองบ่อ จังหวัดมหาสารคาม. *ว.เกษตรพระจอมเกล้า*, *35*(2), น.137–146.

สมบัติ ภู่วชิรานนท์, กาญจนา อดุลยานุโกศล, ภูธร แซ่หลิ่ม, อดิศร เจริญวัฒนาพร, ชัยมงคล แย้มอรุณพัฒนา และ จันทร์เพ็ญ วุฒิวรวงศ์. 2549. หญ้าทะเลในน่านน้ำไทย. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

เสริมพงษ์ นวลงาม. (2545). *บทบาทการปลูกสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บคาร์บอนและคุณสมบัติของดินบางประการที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ. (2543). การสำรวจหญ้าทะเล, น.30.

อุเทน จันละบุตร และภูวดล โกมณเฑียร.(2559). ปริมาณคาร์บอนสะสมในดินในพื้นที่เกษตรกรรมในลุ่มน้ำชีตอนกลาง จังหวัดมหาสารคาม. *ว.เกษตรพระจอมเกล้า*, *34*(1), 79 – 88.

อำนาจ ชิดไธสง และณัฐพล ลิไชยกุล (2548).*การกักเก็บและปลดปล่อยคาร์บอนในดินป่าดิบแล้งดินป่าปลูก และดินทำการเกษตร. ใน* การประชุมวิชาการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้ *“ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต”.* (น. 97) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, น.97

Agterberg, G. and J. Van Der Heide. (1992). *Management of nitrogen in low capacity clays inthe humid tropics* (Final Project Report, IB-DLO Haren and IITA I badan). DLO Institute for soil fertility research, Haren, Natherlands.

A. T., S. vander Voort, and T. I. Eglinton. (2016). Relevance of carbon stocks of marine sediments for national greenhouse gas inventories of maritime nations Swiss: ETH Zurich and the National Science Foundation. (October 2, 2017), from https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5423874/

Carter M.R., D.A. Angers, E.G. Gregorich and M.A. Bolinder. (2003). Characterizing organic matter retention for surface soils in eastern Canada using density and particle size fractions. *Can J Soil Sci*. *83*, 11–23

Cambardella, C. A. and E.T. Elliott. (1992). Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *SoilScience Society of America Journal*, *56* (3), 777– 783.

Cairns, M. A., J. K. Winjum, D. L. Phillips, T. P. Kolchugina and T. S. Vinson. (1997). Terrestrial carbon dynamics: Case studies in the former Soviet Union, the conterminous United States, Mexico and Brazil. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. (1), 363-383.

Cerri, C.C. and F. Andreux. (1990). Changes in organic carbon content in Oxisols cultivated with sugar cane and pasture, base on 13C natural abundance measurement. *Proceeding 14th International Congress of Soil Science* (pp. 98-103). Kyoto, Japan.

Edward, B. B., S. D. Hacker, C. Kennedy, E. W. Koch, A. C. Stier and B. R. Silliman. 2011. The value of estuarine and coastal ecosystem services. Ecological Monographs 81(2): 169–193.

Eswaran, H., E.V.D. Berg and P. Reich. (1993). Organic carbon in soils of the world: *Soil Sci.Soc. Am. J*, 57, 192-194.

IBM. (2013). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp. SPSSInc

Ma, Z., C.W. Wood and D.I. Bransby. (2000). Carbon dynamics subsequent to establishment of switchgrass. *Biomass Bioenerg*, *18*(12), 93-104.

Nelson, D.W. and L.E. Sommers. (1996). *Total carbon, organic carbon, and organic matter. In* C.A. Black, eds.Methods of soil analysis. Part 3, Chemical methods, Soil Science of America and American Society of Agronomy.Medison, WI, USA pp. 961-1010

Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino and T. Kira. (1965). Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. *Plant biomass. Nature and Life in Southeast Asia*, *4*, 49-80.

Pendleton, L., D.C. Donato, B.C. Murray, S. Crooks, W.A. Jenkins, S. Sifleet, C. Craft, J.W. Fourqurean, J.B. Kauffman, N. Marba, P. Megonigal, E. Pidgeon, D. Herr, D. Gordon and A. Baldera, 2012. Estimating global ''blue carbon'' emissions from conversion and degradation of vegetated coastal ecosystems. PLoS ONE 7(9),

Richard, A. F., C. L. Sabine and V. J. Fabry. 2006. Carbon dioxide and our ocean legacy. http://www.pmel.noaa.gov/pubs/PDF/feel2899/feel2899.pdf

Short, F., T. Carruthers, W. Dennison and M. Waycott. 2007. Global seagrass distribution and diversity: a bioregional model. *J. of Exp. in Marine* Biology and Ecology. 350: 3–20.

Van Noordwijk, M., C. Cerri, P.L. Woomer, K. Nugroho and M. Bernoux. (1997). Soil carbon Dynami cs in the humid tropical forest zone. *Geoderma* 79: 187-225.

Wawo, M., Y. Wardiatno, L. Adrianto and D. G. Bengen. 2014. Carbon stored on seagrass community in marine nature tourism park of Kotania Bay, Western Seram, Indonesia. *JMHT* Vol XX(1):51-57

ภาคผนวก

รายงานสรุปการเงิน

เลขที่โครงการระบบบริหารงานวิจัย (NRMS 13 หลัก) 2561A10802075 สัญญาเลขที่ 139/2561
โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อโครงการ การศึกษาบทบาทของคาร์บอนสีน้ำเงินในหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งตะวันออกของประเทศไทย
ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน ดร.ปัทมา ศรีน้ำเงิน
รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 31 ตุลาคม 2560 ถึง 28 กุมภาพันธ์ 2563
ระยะเวลาดำเนินการ.....2.....ปี ....4..... เดือน

<u>รายรับ</u>

จำนวนเงินที่ได้รับ
งวดที่ 1 (50%) 188,600 บาท เมื่อที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2560
งวดที่ 2 (40%) 150,880 บาท เมื่อวัน 27 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562
งวดที่ 3 (10%) 37,720 บาท เมื่อวัน เดือน ปี.....
รวม 377,200 (สามแสนเจ็ดหมื่นเจ็ดพันสองร้อยบาทถ้วน)

<u>รายจ่าย</u>

รายการ	งบประมาณที่ตั้งไว้	งบประมาณที่ใช้จริง	จำนวนเงินคงเหลือ/เกิน
1.ค่าตอบแทน	36,000	36,000	0
2.ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัย	72,000	72,000	0
3. ค่าวัสดุ	38,480	38,480	0
4. ค่าใช้สอย	193,000	193,000	0
5. ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
6. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ -ค่าธรรมเนียมอุดหนุนสถาบัน	37,720	37,720	0
รวม	377,200	377,200	0

(.....ดร.ปัทมา ศรีน้ำเงิน.....)
หัวหน้าโครงการวิจัย