ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนโดยเปรียบเทียบระหว่างต้มแสมขาว และต้นแสมดำ

POTENTIAL FOR CARBON SEQUESTRATION BY COMPARISON PARTS OF *Avicennia alba* AND *Avicennia officinalis*

ณัฐชนก สยมชัย
วรุฒ ศาตะนิมิ
สุพรรษา ทองอุ่นเรือน

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนโดยเปรียบเทียบระหว่างต้มแสมขาว และต้นแสมดำ

POTENTIAL FOR CARBON SEQUESTRATION BY COMPARISON PARTS OF *Avicennia alba* AND *Avicennia officinalis*

ณัฐชนก สยมชัย
วรุฒ ศาตะนิมิ
สุพรรษา ทองอุ่นเรือน

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POTENTIAL FOR CARBON SEQUESTRATION BY COMPARISON PARTS OF *Avicennia alba* AND *Avicennia officinalis*

NUTCHANOK SAYOMCHAI
WARUT SATANIMI
SUPANSA THONGUNRUEAN

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
(ENVIRONMENTAL CHEMISTRY)
DEPARTMENT OF CHEMISTRY, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECNOLOGY LADKRABANG
ACADMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนโดยเปรียบเทียบระหว่างต้มแสมขาว และต้นแสมดำ Potential for Carbon Sequestration by Comparison Parts of *Avicennia alba* and *Avicennia officinalis*		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณัฐชนก	สยมชัย	รหัสนักศึกษา 57050592
	นายวรุฒ	ศาตะนิมิ	รหัสนักศึกษา 57050637
	นางสาวสุพรรษา	ทองอุ่นเรือน	รหัสนักศึกษา 57050652
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)		
ภาควิชา	เคมี		
ปีการศึกษา	2560		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์		

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย ประธานกรรมการ	
ผศ.กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ กรรมการ	
ดร.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนโดยเปรียบเทียบระหว่างต้มแสมขาวและต้นแสมดำ Potential for Carbon Sequestration by Comparison Parts of *Avicennia alba* and *Avicennia officinalis*		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณัฐชนก	สยมชัย	รหัสนักศึกษา 57050592
	นายวรุฒ	ศาตะนิมิ	รหัสนักศึกษา 57050637
	นางสาวสุพรรษา	ทองอุ่นเรือน	รหัสนักศึกษา 57050652
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)		
ภาควิชา	เคมี		
ปีการศึกษา	2560		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์		

บทคัดย่อ

การศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนโดยเปรียบเทียบระหว่างต้นแสมขาวและต้นแสมดำในแปลงป่าปลูก ณ ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี ในการวางแปลงตัวอย่างได้ทำการเลือกสุ่มแปลงตัวอย่าง ขนาด 20x20 เมตร ตัวอย่างละ 1 แปลง เลือกตัดพันธุ์ไม้ตัวอย่างของพื้นที่ศึกษาได้แก่ ต้นแสมขาวและต้นแสมดำ โดยวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณมวลชีวภาพเหนือดิน ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนโดยใช้สมการแอลโลเมตรี นำไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนด้วยวิธีสันดาปแห้ง (dry combustion) โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ปริมาณรวมของคาร์บอนอินทรีย์ (Total Organic Carbon Analyzer) ผลการศึกษาพบว่า ต้นแสมขาวมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือดินน้อยกว่าต้นแสมดำ คือ 44.75 ตัน/เฮกตาร์ และ 60.05 ตัน/เฮกตาร์ ทั้ง 2 สายพันธุ์จะมีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุด คือ ลำต้น กิ่ง และใบ ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของคาร์บอนในมวลชีวภาพระหว่างส่วนต่างๆและสายพันธุ์ไม้ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 95 % ($p<0.05$) โดยความเข้มข้นของคาร์บอนเฉลี่ยของต้นแสมขาวและต้นแสมดำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 46.15 ต่อน้ำหนักแห้ง และร้อยละ 44.69 ต่อน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของต้นแสมขาวน้อยกว่าต้นแสมดำคือ 21.20 ตัน/เฮกตาร์ และ 26.91 ตัน/เฮกตาร์ โดยทั้ง 2 สายพันธุ์มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด คือ ลำต้น กิ่ง และใบ ตามลำดับ

คำสำคัญ : ความเข้มข้นของคาร์บอน ต้นแสมขาว ต้นแสมดำ มวลชีวภาพ ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Potential for Carbon Sequestration by Comparison Parts of *Avicennia alba* and *Avicennia officinalis*		
Students	Miss Nutchanok	Sayomchai	Student ID 57050592
	Mr. Warut	Satanimi	Student ID 57050637
	Miss Supansa	Thongunruean	Student ID 57050652
Degree	Bachelor of Science (Environmental Chemistry)		
Department	Chemistry		
Academic year	2017		
Advisor	Dr.Glinsukol Suwannarat		

Abstract

This project was studied on the potential for carbon potential sequestration of *Avicennia alba* and *Avicennia officinalis* at mangrove conservation learning center, Khlong Tamru, Chonburi. 20×20 m of each plant speciese was randomly selected. The amount of biomass above ground was considered. The quantity of carbon sequestration from the equation of allometry was analyzed by carbon method which using Dry Combustion analyzer for total organic carbon (TOC), The results show that *Avicennia alba* consist of the quantity of above ground biomass less than the *Avicennia officinalis* which are 44.75 tons/hectare and 60.05 tons/hectare, respectively. Both speciese have the most biomass in the stem, and followed by parts of the branches and leaves. The carbon concentration in the biomass is not significant difference in statistically 95 % ($p<0.05$). Moreover, the average of carbon concentration in *Avicennia alba* is 46.15 % of dry weight while *Avicennia officinalis* is 44.69 % of dry weight. By the way, the quality of carbon sequestration in *Avicennia alba* is less than the *Avicennia officinalis* as 21.20 and 26.91 tons/hectare and the stem is the best part for carbon sequestration, followed by branches and leaves respectively.

Keywords : carbon concentration, *Avicennia alba, Avicennia officinalis,* biomass, potential of carbon sequestration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดีด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์ของอาจารย์ ดร.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ แนวคิด และการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆมาจนตลอด ทำให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงมาได้

ขอขอบคุณ ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย และ ผศ.กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ เข้าร่วมเป็นคณะกรรมการในการสอบโครงงานพิเศษ พร้อมให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ ที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขโครงงานพิเศษให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมีทุกท่านที่อำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษาในการทำการทดลองและคอยให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณรวมของคาร์บอนอินทรีย์ (Total Organic Carbon Analyzer)

ขอขอบคุณ คุณสมิต ธารา ผู้ใหญ่บ้าน หมู่ 1 ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี (ประธานกลุ่มอนุรักษ์ป่าชายเลนคลองตำหรุ) ที่ให้ความอนุเคราะห์อนุญาติให้ใช้พื้นที่ในการศึกษาโครงงานพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณมนัส ลิ้มประเสริฐ (รองประธานกลุ่มอนุรักษ์ป่าชายเลนคลองตำหรุ) ที่คอยประสานงาน ให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดการทำการศึกษา พื้นที่ป่าชายเลน และการเก็บตัวอย่างต้นแสมขาวและต้นแสมดำ เพื่อทำโครงงานพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการลงพื้นที่ในการสำรวจและเก็บตัวอย่างต้นแสมขาวและต้นแสมดำ เพื่อทำโครงงานพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบคุณ บิดา มารดาที่คอยให้ความสนับสนุนในเรื่องต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโครงงานพิเศษในครั้งนี้

ณัฐชนก สยมชัย
วรุฒ ศาตะนิมิ
สุพรรษา ทองอุ่นเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
คำย่อและสัญลักษณ์	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ภาวะโลกร้อน	3
2.2 คาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide)	3
2.2.1 ปรากฏการณ์เรือนกระจก	4
2.2.2 วัฏจักรคาร์บอน (carbon cycle)	5
2.2.3 ปริมาณธาตุคาร์บอนที่สะสมในป่าชายเลน	5
2.3 การศึกษามวลชีวภาพ	7
2.3.1 การศึกษามวลชีวภาพในต้นไม้	7
2.3.1.1 การกำหนดขนาดแปลงตัวอย่างต่ำสุด	8
2.3.1.2 การวัดของต้นไม้	8
2.3.1.3 การวัดความเจริญเติบโตของต้นไม้	8
2.3.2 มวลชีวภาพของไม้ป่าชายเลน	10
2.3.3 มวลชีวภาพเหนือดินของไม้ป่าชายเลนจังหวัดชลบุรี	11
2.4 ลักษณะไม้แสม	11
2.4.1 แสมขาว	11
2.4.2 แสมดำ	12
2.5 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ทำการศึกษา	13
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	22
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	22
3.2 วิธีการ	22
3.2.1 การศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนส่วนเหนือดิน	22
3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล	25
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	26
4.1 ผลการสำรวจแปลงตัวอย่าง	26
4.2 สมการแอลโลเมตรีสำหรับการประมาณมวลชีวภาพ	27
4.3 ผลการประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน	28
4.4 ความเข้มข้นของคาร์บอนในมวลชีวภาพ	30
4.5 สมการแอลโลเมตรีสำหรับการประมาณการกักเก็บคาร์บอน	31
4.6 ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ	31
4.6.1 ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์	33
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	34
5.1 สรุปผลการวิจัย	34
5.2 ข้อเสนอแนะ	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	38
ภาคผนวก ก อุปกรณ์สำหรับโครงงานพิเศษและการเก็บตัวอย่าง	38
ภาคผนวก ข ตารางบันทึกการเก็บข้อมูลต้นแสมขาวและต้นแสมดำ	42
ภาคผนวก ค ตารางข้อมูลสำหรับคำนวณสมการแอลโลเมตรี	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปริมาณธาตุคาร์บอนที่สะสมในป่าชายเลน	6
2.2 ผลผลิตมวลชีวภาพของต้นไม้ป่าชายเลน 13 จังหวัด	10
2.3 ผลผลิตมวลชีวภาพของต้นไม้ป่าชายเลนจังหวัดชลบุรี	11
2.4 พื้นที่ป่าชายเลน อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี (ไร่)	15
4.1 การจัดชั้นความโตของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ	26
4.2 สมบัติทั่วไปของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ	27
4.3 สมการแอลโลเมตรีหามวลชีวภาพส่วนต่างๆของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ	28
4.4 แสดงมวลชีวภาพส่วนต่างๆของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ	29
4.5 ค่าเปอร์เซ็นต์คาร์บอนส่วนต่างๆของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ	30
4.6 สมการแอลโลเมตรีสำหรับการประมาณการกักเก็บคาร์บอน	31
4.7 ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพต้นแสมขาวและต้นแสมดำ	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงตำแหน่งการวัดที่ระดับต่างๆ ของต้นไม้ที่มีลักษณะพิเศษและในพื้นที่ที่มีความลาดชัน	9
2.2 แผนที่แสดงพื้นที่จำแนกเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าชายเลนในประเทศไทยปี 2552 อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี	16
2.3 แผนที่แสดงพื้นที่จำแนกเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าชายเลนในประเทศไทยปี 2552 ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี	17
3.1 ระดับการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่างๆและการวัดความสูงที่ระดับต่างๆ	24
4.1 การเปรียบเทียบประมาณมวลชีวภาพในส่วนต่างๆของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ	29
4.2 การเปรียบเทียบศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในส่วนต่างๆของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อและสัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
AGB	มวลชีวภาพเหนือดิน
BB	กิ่งของต้นแสมดำ
BW	กิ่งของต้นแสมขาว
C_b	การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของกิ่ง
C_l	การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของใบ
C_s	การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของลำต้น
C_t	การกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของส่วนเหนือดิน
DBH (D)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกเหนือจากพื้นดิน 1.30 เมตร (Girth at Breast Height)
Density (ρ)	ความหนาแน่น
GBH (G)	ขนาดเส้นรอบวงที่ระดับอกเหนือจากพื้นดิน 1.30 เมตร (Diameter at Breast Height)
H	ความสูงของต้นแสม
H_B	ความสูงที่ระดับกิ่งแรก
IC	ปริมาณของคาร์บอนอนินทรีย์ (Inorganic Carbon)
LB	ใบของต้นแสมดำ
LBGB	มวลชีวภาพใต้ดิน
LW	ใบของต้นแสมขาว
SB	ลำต้นของต้นแสมดำ
SW	ลำต้นของต้นแสมขาว
T_1	ต้นแสมขาวที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 14-24 เซนติเมตร, ต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 14-21 เซนติเมตร
T_2	ต้นแสมขาวที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 25-35 เซนติเมตร, ต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 22-29 เซนติเมตร
T_3	ต้นแสมขาวที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 36-46 เซนติเมตร, ต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 30-37 เซนติเมตร
TC	ปริมาณรวมของคาร์บอน (Total Carbon)
TOC	ปริมาณรวมของคาร์บอนอินทรีย์ (Total Organic Carbon)
W_b	มวลชีวภาพของกิ่ง
W_l	มวลชีวภาพของใบ
W_s	มวลชีวภาพของลำต้น
W_t	มวลชีวภาพของทั้งหมดของส่วนเหนือดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันโลกกำลังเผชิญกับปัญหาภัยพิบัติต่างๆ อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศปัจจัยหนึ่งเกิดจากอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลกที่มีการเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนเกิดเป็นสภาวะโลกร้อน (Global Warming) อันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเกิดจากประชากรมนุษย์ที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วส่งผลให้มีการตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งก๊าซเหล่านี้ได้สะสมในชั้นบรรยากาศจนเปรียบเสมือนกระจกที่ห่อหุ้มโลกเอาไว้โดยยอมให้แสงแดดผ่านเข้ามาได้ แต่สกัดกั้นช่วงคลื่นความร้อนไม่ให้สะท้อนกลับออกไปสู่ชั้นบรรยากาศทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆหรือเรียกปราฏการณ์นี้ว่า สภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect) โดยทุกประเทศทั่วโลก ต่างตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวและได้พยายามหาแนวทางแก้ไขการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการเพิ่มศักยภาพในการหาแหล่งกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ป่าชายเลนสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ (carbon sequestration) ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) ของพืชเพื่อสร้างอินทรียสารซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ แต่ในขณะเดียวกันก็มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศจากการหายใจของพืช (autotrophic respiration) ได้แก่ การหายใจของใบ ลำต้น ราก และส่วนอื่นๆ ส่วนที่เหลือจากการหายใจจึงนำมาสะสมไว้ในรูปของมวลชีวภาพ (biomass) ทั้งในส่วนเหนือพื้นดิน (ลำต้น กิ่ง ใบ และรากค้ำยัน) และ ใต้ดิน (ราก) เรียกว่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพหรืออาจเรียกเป็น carbon stock (สาพิศ, 2554) ดังนั้นป่าชายเลนจึงเป็นตัวช่วยสำคัญในการกักเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่ ซึ่งจัดเป็นอีกระบบนิเวศที่มีปริมาณผลผลิตมวลชีวภาพสูง ป่าชายเลนจัดว่าเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญทำหน้าที่เชื่อมโยงระบบนิเวศบนบกและระบบนิเวศทางทะเลเข้าด้วยกัน นอกจากป่าชายเลนยังมีอัตราการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนในแง่ของมวลชีวภาพ พบว่ามีอัตราการเพิ่มขึ้นที่ค่อนข้างสูงในรอบปีเมื่อเทียบกับป่าชนิดอื่น ซึ่งเมื่อมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นแสดงว่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่อยู่ในมวลชีวภาพนั้นเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ป่าชายเลนมีพืชที่สำคัญหลายชนิด เช่น โกงกาง ลำพู แสม โปรง ฯลฯ แสมเป็นพืชชนิดหนึ่งที่ขึ้นในป่าชายเลน ตามบริเวณชายฝั่งทะเล และมีน้ำทะเลท่วมถึง อยู่ในวงศ์ Acanthaceae แสมมี 3 ชนิด คือ แสมขาว (*Avicennia alba*) แสมดำ (*Avicennia officinalis*) และแสมทะเล (*Avicennia marina*) ลักษณะทั่วไปของต้นแสมประกอบด้วย ใบ ที่มีผนังเซลล์ผิวต้นในหนาเป็นแผ่น มีปากใบ (Stoma) ที่ผิวใบด้านล่างป้องกันการระเหยของน้ำ นอกจากนี้ที่ใบยังมีต่อมขับเกลือ (Saltgland) ช่วยควบคุมระดับความเข้มข้นของเกลือในพืชโดยขับออกทางใบ ราก ซึ่งรากของแสมมีลักษณะพิเศษเรียกว่า รากหายใจ โผล่จากดินหรือโคลน เมล็ดแสมมีรากแก้วเป็นขนแข็งและงอนขึ้นจึงสามารถยึดเหนี่ยวดินไว้ได้แน่นทำให้ต้นอ่อนทนทานกระแสน้ำและคลื่นเป็นอย่างดีส่วนใหญ่เมล็ดจะงอกก่อนที่จะร่วงหล่นจากต้น เมื่อหล่นลงดินเมล็ดก็จะแตกรากหยั่งลงดินได้ทันทีการแพร่กระจายของเมล็ดอาศัยน้ำเป็นสื่อโดยต้นอ่อนหรือผลแก่สามารถลอยน้ำได้ (สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน), 2553) ดังนั้นโครงงานวิจัยนี้จึงให้ความสำคัญต่อศักยภาพของแสมต่อการกักเก็บคาร์บอนในธรรมชาติ

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดินของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ

2) เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดินของต้นแสมขาวและต้นแสมดำที่ต่างชนิดกัน

1.3 ขอบเขตของโครงงานวิจัย

1) ศึกษาต้นแสมขาวและต้นแสมดำในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี

2) ทำการศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนโดยเปรียบเทียบระหว่างต้นแสมขาวและต้นแสมดำ

3) ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดินโดยใช้สมการแอลโลเมตรีและวิธี Dry combustion โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ปริมาณรวมของคาร์บอนอินทรีย์ (Total Organic Carbon Analyzer)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบถึงศักยภาพปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือดินที่ได้จากต้นแสมขาวและต้นแสมดำ

2) ทราบถึงปริมาณคาร์บอนที่สะสมในแต่ละส่วนของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อนถือเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นทั่วโลกไม่ใช่จะเกิดขึ้นเฉพาะที่ใดที่หนึ่ง ในเมื่ออากาศมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นก็จะทำให้น้ำทะเลร้อนขึ้นด้วย พันธุ์ไม้ต่างๆก็มีอุณภูมิที่สูงขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างทั้งการผลิตและการดำรงชีวิตอันเป็นความสำคัญต่อระบบนิเวศทั้งหมด ถ้าเป็นอย่างนี้ขึ้นมาอยู่ในสภาวะอย่างนี้นานๆเข้าก็มีผลต่อการเจริญพันธุ์ ขยายพันธุ์ของสัตว์และพืชหลายชนิดด้วยเช่นกัน อันมีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในเรื่องของการบริโภค เนื่องจากมีแหล่งอาหารและการผลิตได้ไม่เต็มที่และน้อยลงตามไปด้วย แน่นอนว่าราคาอาหารจะมีราคาเพิ่มสูงขึ้นนอกจากนั้นก็จะขาดแคลนอีกด้วย

ภาวะโลกร้อนเป็นภาวะที่อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นภาวะที่มักจะเกิดจากการที่มนุษย์ผลิตก๊าซมาจากกิจกรรมต่างๆ โดยประเด็นเกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหลัก แล้วนำไปสู่บรรยากาศของโลกโดยครอบบรรยากาศของโลกไว้ ทำให้ความร้อนแทนที่จะส่งผ่านจากโลกกลับส่งผ่านออกไปไม่ได้ ความร้อนจึงกลับยังโลกอีกครั้งทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา การที่มนุษย์นำพลังงานเข้ามาใช้โดยไม่ได้คิดไตร่ตรองให้ดี กลายเป็นว่าก๊าซต่างๆที่เกิดจากการเผาไหม้หรือการสันดาป ต่างทยอยลอยขึ้นไปสู่ชั้นบรรยากาศที่อยู่สูงขึ้นไปประมาณ 10 กว่ากิโลเมตร มีการสะสมเป็นจำนวนมาก ซึ่งก๊าซเหล่านี้มีอิทธิพลต่อการกักเก็บความร้อน เนื่องจากแสงแดดจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมาเป็นแสงแดดรังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งเป็นรังสีที่มีความทะลุทะลวงสูงมาก เมื่อความร้อนส่องลงมาก็จะทำให้สิ่งต่างๆบนพื้นโลกก็จะผ่านความร้อนออกไปเป็นความร้อนอินฟราเรด ดังนั้นความร้อนชนิดนี้ก็ไม่สามารถทะลุทะลวงออกไปยังชั้นบรรยากาศด้านนอกได้ เนื่องจากมีก๊าซ 6 ตัว ปกคลุมอันประกอบไปด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ก๊าซเปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PCFs) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซาฟลูโอไรด์ (SF_6) ห่อหุ้มโลกอยู่ ทำให้ความร้อนย้อนกลับสู่โลกเป็นผลให้สิ่งต่างๆบนพื้นโลกได้รับผลกระทบและมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเท่าตัว (กำพล, 2550)

2.2 คาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide)

คาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide ; CO_2) เป็นสารประกอบของคาร์บอนและออกซิเจน มีภาวะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความดันปกติ จึงเรียกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซนี้มีอยู่ในชั้นบรรยากาศประมาณ 0.033% โดยปริมาตร (ความเข้มข้น 387 ส่วนในล้านส่วน ppm) ก๊าซชนิดนี้เกิดจากการหายใจของสิ่งมีชีวิต การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากฟอสซิล ช่วงเวลาที่ผ่านมามีการใช้เชื้อเพลิงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศมีปริมาณสูงขึ้น ประกอบกับพื้นที่ป่าไม้ถูกทำลาย ต้นไม้ที่ทำหน้าที่ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีจำนวนลดลง ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้นโดยปริมาณพืชที่อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนพื้นโลกจะดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อการสังเคราะห์แสงประมาณ 126.8 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปี แต่คายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของพืชประมาณ 122 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปี เมื่อหักลบแล้วพืชจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อสร้างเป็นเนื้อเยื่อไม้ประมาณ 4.8 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปี ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ของโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าประมาณ 5.3 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปี ถ้ารวมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการสลายตัวของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศจะเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นประมาณ 6.8 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปี เมื่อเปรียบเทียบการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 6.8 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปี และพืชใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 4.8 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปี จะเหลือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปีที่อยู่ในชั้นบรรยากาศ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในส่วนนี้จะถูกน้ำฝนชะลงสู่ทะเลประมาณ 2 ล้านล้านกิโลกรัมต่อปี ที่กล่าวมาข้างต้นชี้ให้เห็นสมดุลของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะทำให้มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คงเหลือในชั้นบรรยากาศ 387 ppm แต่ถ้าป่าไม้ถูกทำลายและมีการใช้เชื้อเพลิงสูงขึ้น ทำให้สมดุลที่กล่าวข้างต้นเปลี่ยนไปส่งผลทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศสูงขึ้น

เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจก ที่ดูดซับคลื่นอินฟราเรดซึ่งเป็นคลื่นความร้อนจากแสงอาทิตย์ เก็บสะสมความร้อนไว้ในชั้นบรรยากาศ และเป็นเสมือนกำแพงกันรังสีความร้อนที่สะท้อนจากพื้นโลกมิให้แผ่ออกไปนอกชั้นบรรยากาศของโลก ซึ่งมีส่วนทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น น้ำแข็งขั้วโลกละลาย ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น ท่วมตามพื้นที่ชายฝั่ง สภาพภูมิอากาศแปรปรวน ดังที่ทราบกันอยู่แล้ว นอกจากนี้อุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้นยังทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำทะเลในมหาสมุทรระเหยแยกตัวออกมาปนกับก๊าซมีเทนที่ถูกดูดซับอยู่ในดินระเหยออกมามากขึ้นทำให้ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศสูงขึ้น

ส่วนประเทศไทยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในลำดับที่ 24 โดยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 219 ล้านตันต่อปี ถ้าเฉลี่ยต่อจำนวนประชากรแล้วประเทศสหรัฐอเมริกาปล่อยก๊าซนี้ 19.68 ตันต่อคนต่อปี ตามมาคือ ประเทศญี่ปุ่น 9.41 ตันต่อคนต่อปี ส่วนคนไทยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ยคนละ 2.73 ตันต่อปี (ปี พ.ศ.2547) คาดว่าปี 2554 คนไทยจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อคนเพิ่มเป็น 3.64 ตันต่อปี ถ้าเรายังคงใช้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นในอัตรานี้ ปี พ.ศ.2558 คนไทยจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มเป็น 4.34 ตันต่อคนต่อปี (ฝ่ายวิศวกรรม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.), 2560)

2.2.1 ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect) คือ ปรากฏการณ์ที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์ ในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรดที่สะท้อนกลับถูกดูดกลืนโดยโมเลกุลของไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) และ CFCs ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ในบรรยากาศทำให้โมเลกุลเหล่านี้มีพลังงานสูงขึ้นมีการถ่ายเทพลังงานซึ่งกันและกันทำให้อุณหภูมิในชั้นบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงขึ้นการถ่ายเทพลังงานและความยาวคลื่นของโมเลกุลเหล่านี้ต่อๆกันไป ในบรรยากาศทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นการเคลื่อนไหวตลอดเวลาและมาชนถูกผิวหนังของเรา ทำให้เรารู้สึกร้อน

เรือนกระจกในประเทศเขตหนาวมีการเพาะปลูกพืชโดยอาศัยการควบคุมอุณหภูมิความร้อนโดยใช้หลักการที่พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ส่องผ่านกระจก แต่ความร้อนที่อยู่ภายในเรือนกระจกไม่สามารถสะท้อนกลับออกมาทำให้อุณหภูมิภายในสูงขึ้นเหมาะแก่การเพาะปลูกของพืชจึงมีการเปรียบเทียบปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นนี้ว่า ภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect) (สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2555)

2.2.2 วัฏจักรคาร์บอน (carbon cycle)

วัฏจักรคาร์บอน (carbon cycle) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงรูปของธาตุคาร์บอนในสถานะต่างๆที่หมุนเวียนเป็นองค์ประกอบในอากาศ แร่ธาตุ น้ำ สัตว์ และพืช ด้วยกระบวนการทางเคมีและการย่อยสลายของจุลินทรีย์จากระบบหนึ่งไปสู่ระบบหนึ่งโดยหมุนเวียนเป็นวัฏจักร

ธาตุคาร์บอน เป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศและสิ่งมีชีวิตบนโลก จัดเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดทั้งสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ คาร์บอนที่พบในธรรมชาติจะอยู่ในรูปของสารประกอบคาร์บอนทั้งก๊าซ ของแข็ง ของเหลว ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงรูปตามแหล่งกักเก็บคาร์บอนในดิน หิน น้ำ บรรยากาศและสิ่งมีชีวิต

วัฏจักรคาร์บอนมีการหมุนเวียนของคาร์บอนจากคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหลัก เริ่มตั้งแต่มีสถานะก๊าซในชั้นบรรยากาศ การละลายในน้ำและน้ำฝน การตรึง และเปลี่ยนรูปในพืชและสัตว์ พร้อมมีการปลดปล่อยจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การย่อยสลายของซากพืช ซากสัตว์ การสลายตัวของหินกลับเป็นคาร์บอนไดออกไซด์กลับสู่อากาศ เป็นต้น (สยามเคมี.คอม, 2558)

2.2.3 ปริมาณธาตุคาร์บอนที่สะสมในป่าชายเลน

ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นส่วนประกอบหลักเนื้อเยื่อพืชหรือคิดเป็นประมาณร้อยละ 90 ของน้ำหนักแห้ง พืชทั่วไป (พืชเกษตร) มีปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่างร้อยละ 40-45 ของน้ำหนักแห้งสำหรับในต้นไม้ยืนต้นหรือ woody plants จะประกอบไปด้วยคาร์บอนประมาณร้อยละ 45-50 ของน้ำหนักแห้ง โดยส่วนใหญ่จะสะสมอยู่ในส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และรากเหนือดิน ตามลำดับ

ป่าไม้มีบทบาทในวัฏจักรคาร์บอน (carbon cycle) ทั้งเป็นแหล่งกำเนิดคาร์บอนไดออกไซด์ (จากกระบวนการหายใจของพืช) และดูดซับเข้าไปเก็บไว้ในรูปมวลชีวภาพโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง (คาร์บอนที่ดูดซับจากการสังเคราะห์แสง - คาร์บอนที่ปลดปล่อยจากการหายใจ = คาร์บอนที่กักเก็บในมวลชีวภาพ) การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของระบบนิเวศป่าไม้ นับว่ามีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในบรรยากาศประสิทธิภาพในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของระบบนิเวศป่าไม้แต่ละประเภทมีความผันแปรค่อนข้างสูง ขึ้นอยู่กับลักษณะของสังคมพืชและพันธุ์ไม้ที่เป็นองค์ประกอบของสังคมพืชนั้นๆ นอกจากประสิทธิภาพในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้แล้วยังขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและการเติบโตของพืช จากการศึกษาปริมาณคาร์บอนที่สะสมในป่าชายเลนใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13 จังหวัด พบว่ามีคาร์บอนเฉลี่ยร้อยละ 45.56 ของน้ำหนักแห้ง ลำต้น และกิ่งประกอบด้วยคาร์บอนประมาณร้อยละ 45.95 ของน้ำหนักแห้ง รองลงมาได้แก่ใบและรากเหนือดิน (ของไม้โกงกางแสม) เท่ากับ ร้อยละ 44.74 และ 44.12 ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ และหากพิจารณาแยกตามชนิดพืช พบว่า หงอนไก่ทะเล พังกาหัวสุม (ดอกแดงและดอกขาว) และไม้โปร่งแดง มีปริมาณคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 49.72, 47.79 และ 47.05 ของน้ำหนักแห้ง รองลงมาได้แก่ โกงกางใบใหญ่ ถั่วขาว ลำพู โกงกางใบเล็ก ตะบูนขาว ฝาดดอกแดง ฝาดดอกขาว และแสม เท่ากับร้อยละ 45.63, 45.63, 45.24, 45.10, 44.76, 44.41, 43.90 และ 43.68 ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าหมู่ไม้ป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่ในบริเวณชายฝั่งอันดามันตอนล่าง (จังหวัดตรังและสตูล) มีค่าเฉลี่ยจำนวนร้อยละของคาร์บอนต่อน้ำหนักแห้งมากกว่าหมู่ไม้ป่าชายเลนในบริเวณชายฝั่งด้านอ่าวไทยเล็กน้อย ปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพ (ในรูปสารประกอบคาร์บอน) ของไม้ป่าชายเลนเป็นค่าที่แสดงถึงศักยภาพของป่าชายเลนในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์และกักเก็บไว้อย่างค่อนข้างถาวร โดยเฉพาะที่กักเก็บไว้ในส่วนของลำต้น กิ่งขนาดใหญ่ และรากใต้ดินสำหรับที่กักเก็บไว้ในใบและกิ่งขนาดเล็ก เมื่อร่วงหล่นจะถูกย่อยสลายปลดปล่อยสู่ระบบนิเวศและถูกดูดซับโดยพืชหมุนเวียนเป็นวัฏจักรเรื่อยไป

การประเมินปริมาณคาร์บอนทั้งหมดที่ถูกกักเก็บไว้ในป่าชายเลนซึ่งจะผันแปรตามความหนาแน่นและองค์ประกอบของหมู่ไม้ในแต่ละพื้นที่ และจำนวนพื้นที่ป่าชายเลนในแต่ละจังหวัดตามตาราง ดังนี้

ตาราง 2.1 ปริมาณธาตุคาร์บอนที่สะสมในป่าชายเลน

จังหวัด	ปริมาณธาตุคาร์บอน (กิโลกรัม/ไร่)					พื้นที่ป่า (ไร่)	กักเก็บคาร์บอนทั้งหมด (ตัน)
	ลำต้น	กิ่ง	ใบ	รากเหนือดิน	รวม		
ฉะเชิงเทรา	2,329.38	730.61	139.07	-	3,199.06	7,812.01	24,991.07
ชลบุรี	4,400.52	2,012.42	273.50	-	6,686.44	4,510.31	30,157.91
ระยอง	1,776.66	607.98	211.00	346.55	2,942.19	8,709.45	25,624.84
จันทบุรี (หนาแน่นสูง)	13,423.01	4,898.74	1,118.93	5,373.35	24,814.03	17,790.47	441,453.31
จันทบุรี (หนาแน่นต่ำ)	770.95	265.08	73.59	236.55	1,346.18	55,921.46	75,280.21
ตราด	3,187.05	1,061.19	371.22	404.47	5,023.92	57,503.64	288,893.84
สมุทรปราการ	3,574.47	1,441.67	221.77	23.91	5,261.82	9,163.91	48,218.82
สมุทรสาคร	4,204.74	1,698.38	276.87	190.80	6,370.78	14.908.92	94,981.47
สมุทรสงคราม	7,746.34	4,513.43	554.96	599.68	13,414.42	14,112.42	189,309.90

ที่มา : สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การศึกษามวลชีวภาพ

2.3.1 การศึกษามวลชีวภาพในต้นไม้

การศึกษามวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าธรรมชาติเพื่อหาสมการแอลโลเมตริกที่เหมาะสมเพื่อใช้ประมาณผลผลิตของป่าแต่ละชนิดนับว่าเป็นงานที่ค่อนข้างหนัก มีความยุ่งยาก และสลับซับซ้อนมากกว่าการหาสมการแอลโลเมตริกในสวนป่า เพราะต้องใช้ทั้งเวลา กำลังคน อุปกรณ์ และงบประมาณค่อนข้างสูง เนื่องจากในการคัดเลือกไม้ตัวอย่างจำเป็นต้องใช้ต้นไม้เป็นจำนวนมากเพื่อให้ครอบคลุมขนาดชั้น ความโต และชนิดของต้นไม้ในป่าแต่ละชนิด ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าป่าไม้ของประเทศไทยมีหลายประเภทแต่ละประเภทก็มีสังคมพืชหลักแต่ละชนิดแตกต่างกัน เช่น สังคมพืชป่าดงดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าเต็งรัง เป็นต้น และในกลุ่มของสังคมพืชหลักดังกล่าวยังประกอบด้วยกลุ่มสังคมย่อยที่มีชนิดพันธุ์ไม้เด่นแตกต่างกันออกไป เช่น สังคมพืชป่าดิบแล้งในประเทศไทยสามารถแบ่งกลุ่มย่อยออกเป็น 3 สังคม คือ สังคมเคี่ยมคะนอง สังคมตะเคียนหิน และสังคมยางแดง โดยพิจารณาจากชนิดพันธุ์ไม้เด่นและองค์ประกอบของหมู่ไม้ เป็นต้น การที่สังคมย่อยแต่ละสังคมมีความแตกต่างกันมากทั้งในเรื่องขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์และองค์ประกอบของหมู่ไม้ จึงไม่ควรใช้สมการแอลโลเมตริกแทนซึ่งกันและกัน แต่เนื่องจากการศึกษามวลชีวภาพของป่าชนิดต่างๆ ในอดีตมีอยู่น้อยและในปัจจุบันการศึกษาทางด้านนี้ก็ดำเนินการต่อไปไม่ได้เนื่องจากการศึกษาจำเป็นต้องตัดต้นไม้จำนวนมากและมีขนาดใหญ่ที่อยู่ใน เขตอุทยานแห่งชาติ และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า จากข้อจำกัดต่างๆ ดังกล่าวจึงทำให้การศึกษาด้านมวลชีวภาพในป่าธรรมชาติของประเทศไทยขาดความต่อเนื่อง จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จำเป็นต้องอาศัยสมการแอลโลเมตริกที่ได้ดำเนินการศึกษามาแล้วไม่น้อยกว่า 30-40 ปี เพื่อใช้ในการประมาณผลผลิตของป่าธรรมชาติในปัจจุบันและการดำเนินการศึกษาผลผลิตของป่าธรรมชาติชนิดต่างๆ ในปัจจุบันจึงเน้นหนักไปทางด้านการศึกษาความเจริญเติบโตของหมู่ไม้ เช่น ขนาดความโต ความสูง พื้นที่หน้าตัด (basal area) และการวางกะบะเพื่อเก็บรวบรวมซากพืช เพื่อคำนวณหา NPP โดยนำเอาซากพืชที่เก็บได้ทั้งปีไปรวมกับมวลชีวภาพของต้นไม้ที่คำนวณจากสมการแอลโลเมตริกที่เคยศึกษามาก่อน โดยคัดเลือกสมการที่มีชนิดป่าที่ใกล้เคียงกันเป็นตัวคำนวณ ซึ่งความถูกต้องแม่นยำยังไม่เป็นที่ทราบแน่นอนว่ามีค่าคลาดเคลื่อนประมาณเท่าไรจากการศึกษาในครั้งนั้นๆ เพราะตรวจวัดโดยตัดต้นไม้เปรียบเทียบไม่ได้ ส่วนการศึกษาทางด้านความหลากหลายของชนิดพันธุ์ในป่าธรรมชาติเพื่อจำแนกสังคมพืชนั้นการศึกษาจำเป็นต้องใช้พื้นที่แปลงตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่าการศึกษาด้านความเจริญเติบโตหลายเท่าแต่จำนวนแปลงตัวอย่างจะน้อยกว่า (ภาณุวัฒน์, 2559)

การศึกษามวลชีวภาพในป่าปลูกสามารถทำได้ง่ายกว่าในป่าธรรมชาติเพราะว่ากฎระเบียบเอื้ออำนวยกว่าการศึกษาในป่าธรรมชาติอีกทั้งขนาดและชนิดของต้นไม้ก็ไม่หลากหลายเหมือนในป่าธรรมชาติจึงใช้ไม้ตัวอย่างจำนวนไม่มาก จึงสามารถศึกษาสมการมวลชีวภาพของไม้แต่ละชนิดได้ (ชิงชัย, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.1 การกำหนดขนาดแปลงตัวอย่างต่ำสุด (สุเมธ และคณะ, 2547)

จุดสำคัญคือต้องการให้พื้นที่เป็นตัวแทนของสังคมได้ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้ เป็นพื้นที่เล็กสุด (Minimal area) ที่ยังสามารถแสดงให้เห็นโครงสร้างของสังคมพืชได้โดยสมบูรณ์ ขนาดที่ใช้กันกับสังคมพืชในเขตอบอุ่นตามที่เสนอไว้โดย Mueller-Dombois and Ellenberg (1974) เป็นดังนี้

ป่าที่มีชั้นไม้ใหญ่เป็นเรือนยอดชั้นบน	ใช้	200-500 ตารางเมตร
ไม้ชั้นพื้นป่าเพียงอย่างเดียว	ใช้	50-200 ตารางเมตร
ทุ่งหญ้าในที่แห้งแล้ง	ใช้	50-100 ตารางเมตร
ไม้พุ่มเตี้ยและป่า heath	ใช้	10-25 ตารางเมตร
ทุ่งหญ้าที่มีการจัดการ	ใช้	5-10 ตารางเมตร
ไร่ข้าว	ใช้	25-100 ตารางเมตร
สังคมของมอสส์	ใช้	1-4 ตารางเมตร
สังคมของตะไคร่	ใช้	0.1-1 ตารางเมตร
ป่าดงดิบเขตร้อน	ใช้	625-10,000 ตารางเมตร

2.3.1.2 การวัดของต้นไม้

ไม้ต้นหรือไม้ใหญ่ (tree) ที่มีขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่ 1.30 เมตร (Diameter at Breast Height, DBH) มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร

ไม้หนุ่มหรือไม้รุ่น (sapling) คือ ต้นไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่ 1.30 เมตร (Diameter at Breast Height, DBH) น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่าหรือเท่ากับ 1.30 เมตร

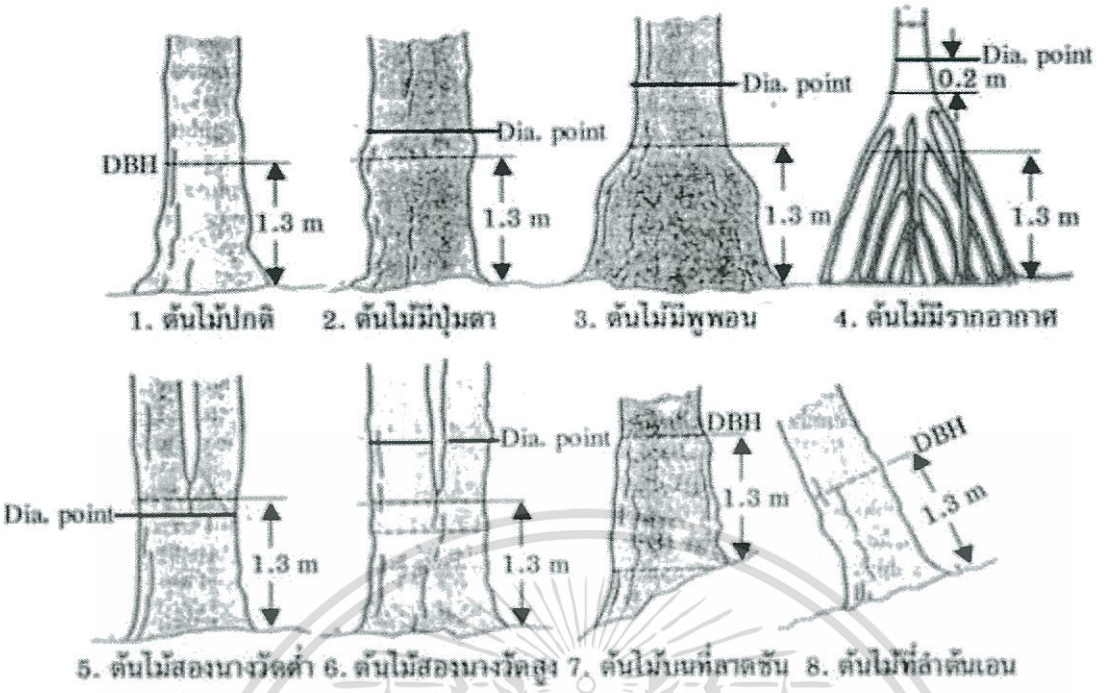
กล้าไม้ (seedling) คือ ไม้ขนาดเล็กที่มีความสูงน้อยกว่า 1.30 เมตร (สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน 1, 2558)

ขนาดเส้นรอบวงลำต้น (Girth at Breast Height) มากกว่า 14.14 เซนติเมตร หรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (Diameter at Breast Height) มากกว่า 4.5 เซนติเมตร ที่ระดับความสูงเพียงอก หรือประมาณ 130 เซนติเมตรจากผิวดิน (กลุ่มวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2554)

2.3.1.3 การวัดความเจริญเติบโตของต้นไม้

ในการวัดความเจริญเติบโตของต้นไม้มิติที่ใช้วัดส่วนใหญ่จะวัดขนาด DBH และความสูงของต้นไม้ซึ่งการวัดขนาด DBH ในป่าธรรมชาติ ถ้าเป็นพื้นที่ค่อนข้างเรียบหรือมีความลาดชันไม่มาก ต้นไม้มีลักษณะเป็นลำต้นเดี่ยว (single stem) และไม่มีพูพอน ก็จะทำการตรวจวัด DBH ได้ง่าย แต่เนื่องจากต้นไม้อาจมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างกันออกไปและลักษณะพื้นที่ ก็มีความลาดชันเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงอาจมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้เหมาะสมและเป็นมาตรฐานเดียวกันดังแสดงในภาพ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งการวัดที่ระดับต่างๆ ของต้นไม้ที่มีลักษณะพิเศษและในพื้นที่ที่มีความลาดชัน (ชิงชัย, 2546)

การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่มีลักษณะพิเศษสามารถจำแนกได้เป็น 8 ชนิด คือ

1. ต้นไม้ที่มีลักษณะลำต้นปกติและขึ้นอยู่ในพื้นที่ราบ ตำแหน่งที่วัดจะตรงกับ 1.30 เมตรหรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง
2. ต้นไม้ที่มีลักษณะลำต้นมีปุ่มมีปมตรงกับ 1.30 เมตร การวัดอาจจะเลื่อนขึ้นหรือลง เพื่อหลบปุ่มปมของต้นไม้โดยให้ใกล้กับตำแหน่ง 1.30 เมตร มากที่สุด
3. ต้นไม้ที่มีพูพอนมากจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงตำแหน่งวัดขึ้นสูงเป็นพิเศษ จะพบมากในป่าที่มีต้นไม้ขนาดใหญ่ บางกรณีอาจจะต้องวัดตรงตำแหน่งที่สูงกว่า 3.00 เมตร เพื่อหลบพูพอนดังกล่าว
4. ต้นไม้ที่มีรากอากาศ เช่น ไม้โกงกางจะวัดเหนือคอราก 0.20 เมตร
5. ต้นไม้ที่แตกนางตรงตำแหน่ง 1.30 เมตร จะวัดต่ำลงมาประมาณ 1.00-1.20 เมตร เพื่อให้ได้ค่าลำต้นเพียงค่าเดียว
6. ต้นไม้ที่แตกนางตรงระดับต่ำหรือแตกนางใกล้ 1.30 เมตร และไม่สามารถวัดตรงตำแหน่งระดับต่ำได้ เนื่องจากมีการพอกของเนื้อไม้โตกว่าปกติก็จะวัดค่าเป็น 2 ลำต้น หรืออาจมากกว่า 2 ลำต้นก็ได้ ถ้าต้นไม้มีการแตกนางเป็นพุ่มเหมือนต้นไม้ในป่าพรุที่มีลักษณะลำต้นเป็น 3-4 นาง ซึ่งเป็นการพัฒนาลำต้นเพื่อช่วยพยุงลำต้นไม่ให้ล้ม เป็นต้น
7. ต้นไม้ที่ขึ้นอยู่บนที่ลาดชันสูงจะวัดตำแหน่ง 1.30 เมตร ด้านบนของความลาดชัน
8. ต้นไม้ที่มีลักษณะลำต้นที่เอนให้วัดตำแหน่ง 1.30 เมตร ด้านเอนออกไป (ชิงชัย, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 มวลชีวภาพของไม้ป่าชายเลน

ป่าชายเลนมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บ (Sink) และหมุนเวียนธาตุอาหารพืช และยังมีการกักเก็บคาร์บอนไว้ในส่วนต่างๆของต้นไม้ในรูปของผลผลิตมวลชีวภาพ (ทั้งเหนือดินและใต้ดิน) นอกจากนี้ดินในระบบนิเวศป่าชายเลนยังเป็นอีกส่วนหนึ่งที่ทำหน้าที่กักเก็บคาร์บอนไว้อย่างค่อนข้างถาวร ซึ่งป่าชายเลนจัดเป็นสังคมพืชที่มีการเติบโตและมีผลผลิตมวลชีวภาพค่อนข้างสูง โดยผลผลิตสุทธิมวลชีวภาพผันแปรไปตามอายุ ความหนาแน่น ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง และองค์ประกอบของหมู่ไม้

จากการสำรวจเพื่อประเมินผลผลิตมวลชีวภาพเหนือดินของไม้ป่าชายเลนทั้ง 13 จังหวัด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.70 ตันต่อไร่ โดยเป็นสัดส่วนของลำต้นมากที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 60.97 รองลงมาได้แก่ กิ่ง (ร้อยละ 23.80) ราก (ร้อยละ 9.36) และใบ (ร้อยละ 5.87) ตามลำดับ โดยป่าชายเลนในจังหวัดจันทบุรี บริเวณที่มีความหนาแน่นของหมู่ไม้สูงมีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือดินต่อไร่มากที่สุดเท่ากับ 53.09 ตันต่อไร่ ในขณะที่จังหวัดสตูลซึ่งมีพื้นที่ป่าชายเลนมาก ความหนาแน่นของต้นไม้ต่อไร่สูง และต้นไม้มีขนาดค่อนข้างใหญ่ มีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมมากที่สุดคือ 4,895,506.02 ตัน (เฉลี่ย 22.71 ตันต่อไร่) รองลงมาคือจังหวัดตรัง 4,564,380.86 ตัน (เฉลี่ย 22.30 ตันต่อไร่) และจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวม น้อยที่สุดเท่ากับ 11,968.22 ตัน (เฉลี่ย 4.42 ตันต่อไร่) ในขณะที่ป่าชายเลนบริเวณที่มีความหนาแน่นของหมู่ไม้ต่ำในจังหวัดจันทบุรี มีผลผลิตมวลชีวภาพต่อไร่ต่ำที่สุดเท่ากับ 2.87 ตันต่อไร่ รายละเอียดตามตารางดังนี้

ตาราง 2.2 ผลผลิตมวลชีวภาพของต้นไม้ป่าชายเลน 13 จังหวัด

ลำดับที่	จังหวัด	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซ.ม.)	ความหนาแน่นเฉลี่ย (ต้น/ไร่)	มวลชีวภาพ (ตัน/ไร่)	พื้นที่ป่า (ไร่)	มวลชีวภาพทั้งหมด (ตัน)
1	ฉะเชิงเทรา	9.25	269.66	6.88	7,812.01	53,743.64
2	ชลบุรี	11.37	247.19	14.36	4,510.31	64,765.19
3	ระยอง	7.74	211.84	6.25	8,709.45	54,441.97
4	จันทบุรี (หนาแน่นสูง)	14.41	272.00	53.09	17,790.47	944,504.28
5	จันทบุรี (หนาแน่นต่ำ)	7.96	76.56	2.87	55,921.46	160,649.71
6	ตราด	9.16	313.30	10.67	57,503.64	613,625.98
7	สมุทรปราการ	13.62	225.26	11.32	9,163.91	103,768.35
8	สมุทรสาคร	13.06	233.18	13.71	14,908.92	204,435.91
9	สมุทรสงคราม	14.64	252.80	28.81	14,112.42	406,530.18
10	เพชรบุรี	11.24	276.49	17.25	6,550.71	113,014.36
11	ประจวบคีรีขันธ์	7.07	239.31	4.42	2,705.92	11,968.22
12	ชุมพร	10.23	290.33	19.13	40,535.39	775,570.73
13	ตรัง	10.57	411.70	22.30	204,642.34	4,564,380.86
14	สตูล	10.57	458.56	22.71	215,602.75	4,895,506.02
			รวม/เฉลี่ย	16.70	660,469.70	12,966,905.39

ที่มา : สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 มวลชีวภาพเหนือดินของไม้ป่าชายเลนจังหวัดชลบุรี

มวลชีวภาพเหนือดิน (Above ground biomass) ของไม้ป่าชายเลนบริเวณจังหวัดชลบุรี จากการประเมินพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14,359.37 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแสมขาวเป็นพันธุ์ไม้ที่มีมวลชีวภาพเหนือดินมากที่สุดรองลงมาได้แก่ แสมดำ แสมทะเล และลำพู เท่ากับ 12,166.05, 2,017.47, 172.41 และ 3.43 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ รายละเอียดตามตาราง ดังนี้

ตาราง 2.3 ผลผลิตมวลชีวภาพของต้นไม้ป่าชายเลนจังหวัดชลบุรี

ชนิด	มวลชีวภาพ (กิโลกรัม/ไร่)				
	ลำต้น	กิ่ง	ใบ	ราก	รวม
ลำพู	2.41	0.87	0.15	-	3.43
แสมขาว	7,836.48	3,833.01	469.57	-	12,166.05
แสมทะเล	115.36	49.86	7.19	-	172.41
แสมดำ	1,507.02	421.77	88.69	-	2017.47
รวม	**9,461.27**	**4,305.51**	**592.59**	**-**	**14,359.37**

ที่มา : สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2554

2.4 ลักษณะไม้แสม

2.4.1 แสมขาว

แสมขาว (*Avicennai alba* Bl.) วงศ์ : Avicennaiceae ชื่ออื่น : พีพีเล (ตรัง); แหม, แหมเล (ใต้) เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง-ใหญ่ สูง 8-20 เมตร ไม่มีพูพอน ลำต้นแตกกิ่งระดับต่ำ เรือนยอดค่อนข้างกลม แผ่กว้าง หนาทึบ กิ่งห้อยลง เปลือกเรียบ สีเทาถึงดำ มักจะมีสีสนิมเกิดจากพวกเชื้อราติดตามกิ่งและผิวของลำต้น มีรากหายใจรูปคล้ายดินสอยาว 15-30 เซนติเมตรเหนือผิวดินหนาแน่นบริเวณโคนต้น

ใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามกัน แผ่นใบรูปใบหอกแกมรีหรือรูปใบหอกแกมขอบขนาน ขนาด 2-5 × 5-16 เซนติเมตร ปลายใบแหลมถึงเรียวแหลม ฐานใบแหลม ผิวใบด้านบนสีเขียวเข้มเป็นมัน ด้านท้องใบมีขนยาวนุ่ม สีเทาอ่อนหรือสีเทาเงินถึงสีออกขาวแผ่นใบแห้งเป็นสีดำ ก้านใบยาว 1-2 เซนติเมตร

ดอก ออกเป็นช่อที่ปลายกิ่งหรือง่ามใบใกล้ปลายกิ่ง เป็นช่อเชิงลดยาว 3-8 เซนติเมตร มีขนยาวนุ่มสีน้ำตาลเหลืองหม่นปกคลุมดอกมีขนาดเล็ก ดอกย่อยไม่มีก้านดอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4-0.6 เซนติเมตร กลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอก 4 กลีบ ยาว 0.2-0.3 เซนติเมตร โคนกลีบติดกัน สีเหลืองส้ม เกสรเพศผู้ 4 อัน ออกดอกระหว่างเดือนมกราคม-เมษายน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผล รูปคล้ายพริกหรือรูปไข่ เบี้ยวแบนขนาด 1.5-2 × 2.5-4 เซนติเมตร ปลายผลมีจงอย เปลือกอ่อนนุ่ม สีเหลืองอมเขียวมีขนยาวนุ่ม สีเขียวอ่อน ผลแก่เปลือกจะแตกด้านข้างตามยาว และผลม้วนเป็นหลอดกลม แต่ละผลมี 1 เมล็ด

เป็นไม้เบิกนำที่ขึ้นได้ดีในพื้นที่ดินเลนอ่อนที่ระบายน้ำดี ส่วนมากจะอยู่ในป่าเลนด้านนอกสุด ส่วนที่ติดกับทะเลเป็นไม้ที่ช่วยให้มีการตกตะกอน ทำให้เกิดแผ่นดินงอก

ประโยชน์ด้านสมุนไพร แก่นจะมีรสเฝื่อนเค็ม ต้มน้ำแกลมในกระดูก แก้กษัยโดยมากจะใช้คู่กับแก่นแสมสาน เป็นยาขับโลหิตเสียของสตรี (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552)

2.4.2 แสมดำ

แสมดำ (*Avicennai officinalis* L.) วงศ์ : Avicennaiceae ชื่ออื่น : อาปี-อาปี (ปัตตานี) เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง-ใหญ่ สูง 8-25 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มหนา แตกกิ่งระดับต่ำ ไม่มีพูพอน เปลือกเรียบหรือแตกเป็นร่องเล็กน้อย สีเทาถึงเทาอมน้ำตาลหรือน้ำตาลอมเขียว มีช่องอากาศตามลำดับ มีรากหายใจคล้ายดินสอยาว 15-25 เซนติเมตรเหนือผิวดิน

ใบ เป็นใบเดี่ยวเรียงตรงข้าม แผ่นใบรูปรีหรือรูปไข่กลับ ขนาด 3-5 × 6-9 เซนติเมตร ปลายใบกลม ฐานใบแหลม ผิวใบด้านบนสีเขียวเป็นมัน ด้านท้องใบมีขนยาวนุ่ม สีเหลืองอมน้ำตาล ก้านใบยาว 0.7-1.1 เซนติเมตร ใบอ่อนมีขน

ดอก ออกที่ปลายกิ่งหรือง่ามใบใกล้ปลายกิ่งเป็นช่องเชิงลดแน่น มี 7-10 ดอก ก้านช่อดอกยาว 2-6 เซนติเมตร ดอกย่อยไม่มีก้าน เส้นผ่านศูนย์กลาง 1-1.5 เซนติเมตร กลีบเลี้ยงมี 5 แฉก กลีบดอก 4 กลีบ โคนกลีบติดกันเป็นหลอดสั้นๆแต่ละกลีบยาว 0.4-0.7 เซนติเมตร สีเหลืองหรือเหลือง-ส้ม เกสรเพศผู้ 4 อันอยู่เหนือหลอดกลีบดอก ออกประมาณเดือนมกราคม-พฤษภาคม

ผล รูปหัวใจเบี้ยว แบน ขนาด 2-2.5 × 2.5-3 เซนติเมตร เปลือกอ่อนนุ่ม สีเหลืองอมเขียว มีขนนุ่มสีเหลืองอมน้ำตาลปกคลุมหนาแน่น ผิวเปลือกมีรอยย่น ปลายผลมีจะงอยสั้น ผลแก่เปลือกจะแตกด้านข้างตามยาวผล และม้วนเป็นหลอดกลม แต่ละผลมี 1 เมล็ด

มักขึ้นตามริมชายฝั่งแม่น้ำที่เป็นดินเหนียวค่อนข้างแข็ง ไม่พบว่าขึ้นเป็นกลุ่มใหญ่และมักไม่พบตามริมชายฝั่งทะเล

ประโยชน์ด้านสมุนไพร แก่นจะมีรสเฝื่อนเค็ม ต้มน้ำแกลมในกระดูก แก้กษัยโดยมากจะใช้คู่กับแก่นแสมสาน เป็นยาขับโลหิตเสียของสตรี (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ทำการศึกษา

ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ที่ทำการศึกษาศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตั้งอยู่ที่ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดชลบุรี พื้นที่ส่วนใหญ่มีการผสมผสานกันมากถึง 5 แบบ ทั้งที่ราบลูกคลื่นและเนินเขา ที่ราบชายฝั่งทะเล ที่ราบลุ่มแม่น้ำบางปะกง พื้นที่สูงชันและภูเขา รวมถึงเกาะน้อยใหญ่ อีกมากมาย

ที่ราบลูกคลื่นและเนินเขาของชลบุรี พบได้ทางด้านตะวันออกของจังหวัดในเขตอำเภอบ้านบึง อำเภอพนัสนิคม อำเภอหนองใหญ่ อำเภอศรีราชา อำเภอบางละมุง อำเภอสัตหีบ และอำเภอบ่อทอง พื้นที่นี้มีลักษณะสูงๆต่ำๆ คล้ายลูกระนาด ปัจจุบันพื้นที่นี้ส่วนใหญ่ถูกใช้ไปในการปลูกมันสำปะหลัง สำหรับที่ราบชายฝั่งทะเลนั้นพบตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกงถึงอำเภอสัตหีบ เป็นที่ราบแคบๆ ชายฝั่งทะเล มีภูเขาลูกเล็กๆสลับเป็นบางตอนถัดมาคือ พื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำบางปะกง มีลำน้ำคลองหลวงยาว 130 กิโลเมตร ต้นน้ำอยู่ที่อำเภอบ่อทองและอำเภอบ้านบึงผ่านอำเภอพนัสนิคมไปบรรจบเป็นคลองพานทองไหลลงสู่แม่น้ำบางปะกง โดยดินตะกอนอันอุดมสมบูรณ์จากการพัดพาของแม่น้ำบางปะกงได้ก่อให้เกิดที่ราบลุ่มเหมาะสมต่อการเกษตรกรรม ส่วนพื้นที่สูงชันและภูเขานั้นอยู่ตอนกลางและด้านตะวันออกของจังหวัดตั้งแต่อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอบ้านบึง อำเภอศรีราชา อำเภอหนองใหญ่ และอำเภอบ่อทอง ที่อำเภอศรีราชานั้นเป็นต้นน้ำของอ่างเก็บน้ำบางพระ แหล่งน้ำอุปโภคบริโภคหลักแห่งหนึ่งของชลบุรี

ลักษณะภูมิอากาศ จังหวัดชลบุรีมีลักษณะอากาศแบบมรสุมเขตร้อน โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนสิงหาคม - ตุลาคม และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือระหว่าง เดือนพฤศจิกายน - กุมภาพันธ์ ส่งผลให้จังหวัดชลบุรีมีฤดูกาลที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน 3 ฤดู ได้แก่

1. ฤดูร้อน เริ่มเดือนมีนาคม - เดือนพฤษภาคม อากาศค่อนข้างอบอ้าว แต่ไม่ถึงกับร้อนจัด
2. ฤดูฝน เริ่มเดือนสิงหาคม - เดือนตุลาคม มีฝนตกกระจายทั่วไป โดยมักตกหนักในเขตป่าและภูเขา
3. ฤดูหนาว เริ่มเดือนพฤศจิกายน - เดือนกุมภาพันธ์ อากาศไม่หนาวจัดเย็นสบาย ท้องฟ้าสดใส ปลอดโปร่ง และมีแดดตลอดวัน

ลักษณะดินป่าชายเลน ชั้นหน้าตัดดินป่าชายเลนในจังหวัดชลบุรี มีความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร ลักษณะดินที่พบเกือบทั้งหมดหรือประมาณร้อยละ 99 เป็นดินเหนียว ความละเอียดของเนื้อดินส่วนมากเป็นดินที่มีเนื้อละเอียดมาก คือ เม็ดดินมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ส่วนมากไม่มีกลิ่นหรือมีกลิ่นของซากพืช ซากสัตว์ สีของดินพบว่าส่วนมากร้อยละ 75 อยู่ในกลุ่มสีเทา แบ่งเป็นสีเทาอมฟ้า (G2) ร้อยละ 50 และสีเทาอมเขียว (G1) ร้อยละ 25 ส่วนที่เหลือมีสีอยู่ในกลุ่มสีน้ำตาล (7.5YR) ที่ความลึก 0-5 เซนติเมตร อุณหภูมิอยู่ในช่วงระหว่าง 27.0-30.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาเซลเซียส (เฉลี่ย 28.5 องศาเซลเซียส) มีค่า pH อยู่ในช่วงระหว่าง 6.60-5.50 แต่ส่วนมากหรือประมาณร้อยละ 75 อยู่ในช่วงระหว่าง 7.20-5.39 ที่ความลึก 5-40 เซนติเมตร อุณหภูมิดินอยู่ในช่วง 27.0-29.0 องศาเซลเซียส (เฉลี่ย 27.5 องศาเซลเซียส) มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.60-7.50 แต่ส่วนมากอยู่ระหว่าง 7.00-7.39 จึงจัดอยู่ในกลุ่มดินที่เป็นกลาง ที่ความลึกจากผิวดินลึกลงไปถึง 50 เซนติเมตร พื้นที่ผิวหน้าตัดส่วนมากพบรากไม้ปะปนและมีจุดประในชั้นหน้าตัดดินระหว่างร้อยละ 2-20 และมีหินปะปนในชั้นหน้าตัดดินประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ผิว ปริมาณคาร์บอนในดินอยู่ในช่วง 2.06-3.47 กรัม C เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 2.64 ปริมาณไนโตรเจนพบร้อยละ 0.27-0.32 เฉลี่ย 0.29 กรัม N/ดินแห้ง 100 กรัม C : N ratio ของดินมีค่าค่อนข้างต่ำคือ ระหว่าง 7.5 : 1-11.96 : 1 และมีปริมาณฟอสฟอรัสรวมอยู่ในช่วงร้อยละ 0.045-0.092 ค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.069 จากการสำรวจพบว่าดินป่าชายเลนในจังหวัดชลบุรีมีคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและเคมี ที่ค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดความลึกของชั้นดิน

สถานภาพป่าชายเลน ได้สำรวจสถานภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าชายเลนในเขตป่าสงวนแห่งชาติและนอกเขตป่าสงวนแห่งชาติ พบว่าจังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมด 41,313.05 ไร่

พันธุ์ไม้และลักษณะโครงสร้างป่าชายเลน พันธุ์ไม้ป่าชายเลนจังหวัดชลบุรีมีจำนวน 2 วงศ์ 2 สกุล และ 4 ชนิด พันธุ์ไม้ที่พบโดยส่วนใหญ่อยู่ใน วงศ์ไม้แสม (Avicenniaceae) ได้แก่ แสมขาว และแสมทะเล ตามลำดับ ความหนาแน่นเฉลี่ยของต้นไม้ เท่ากับ 247.19 ต้น/ไร่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย และความสูงเฉลี่ย เท่ากับ 11.37 เซนติเมตร และ 10.61 เมตร ตามลำดับ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ (Shannon-Wiener diversity index) มีค่าเท่ากับ 0.3209 ค่าความชุกชุมทางชนิดพันธุ์ (Margalef's index) เท่ากับ 0.8723 และค่าความสม่ำเสมอทางชนิดพันธุ์ (Pielou's evenness) เท่ากับ 0.5330 พันธุ์ไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญ (Important Value Index) สูงที่สุดคือ แสมขาวมีค่าเท่ากับ 148.11 รองลงมาคือ แสมทะเลเท่ากับ 97.09 แสมดำและลำพูมีค่าเท่ากับ 33.67 และ 21.13 ตามลำดับ

ที่ตั้งและอาณาเขต จังหวัดชลบุรี ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทย ระหว่างเส้นรุ้งที่ 12 องศา 30 ลิปดาถึง 13 องศา 43 ลิปดาและเส้นแวงที่ 100 องศา 45 ลิปดาถึง 101 องศา 45 ลิปดาตะวันออก อำเภอเมืองชลบุรี ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของจังหวัดชลบุรี มีอาณาเขตติดต่อกับ พื้นที่ข้างเคียงดังต่อไปนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา
ทิศใต้	ติดต่อกับ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ อำเภอพานทองและอำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ อ่าวไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

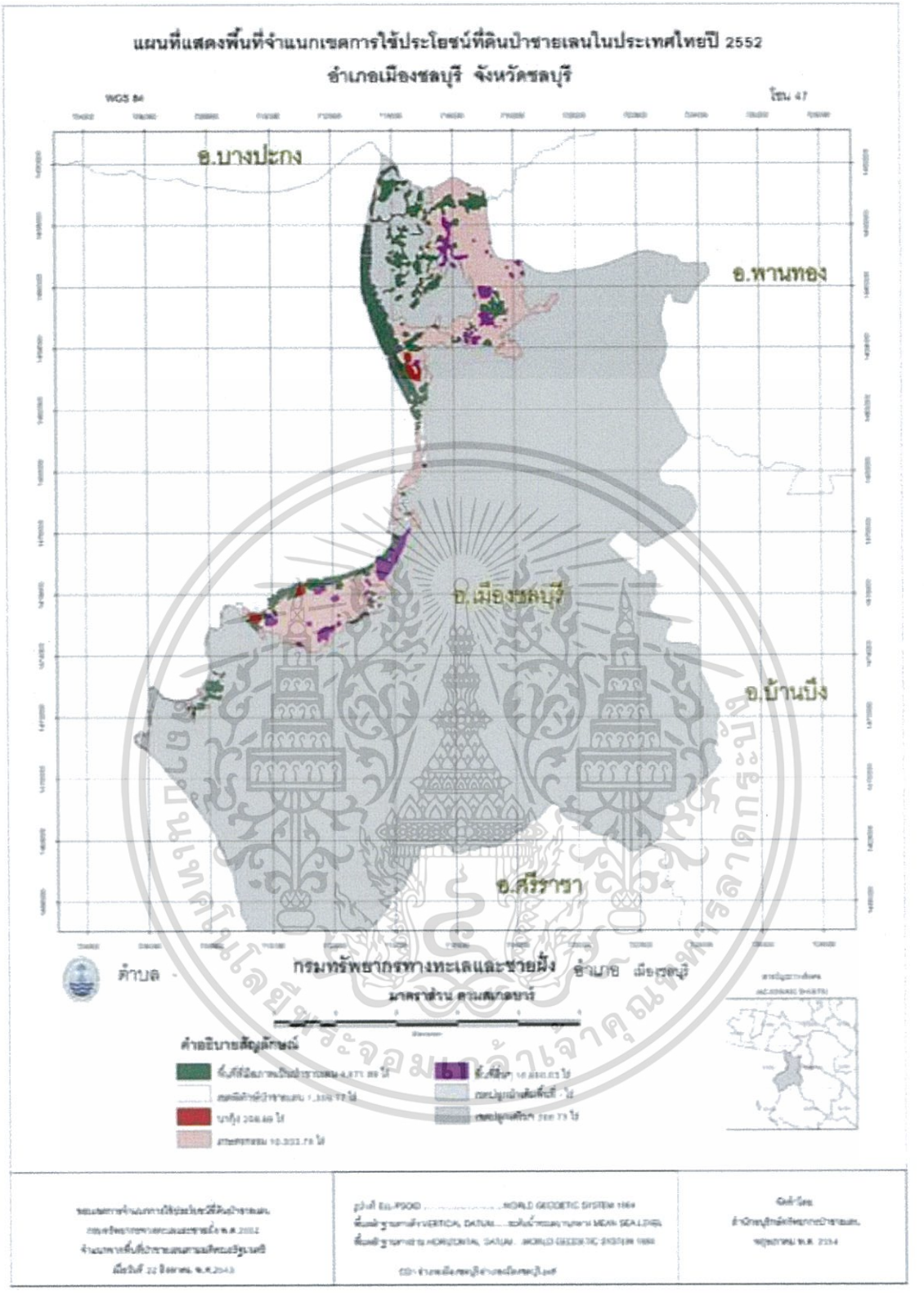
พื้นที่และการกระจายป่าชายเลน อำเภอเมืองชลบุรี มีตำบลที่มีพื้นที่ป่าชายเลนตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2530, 22 สิงหาคม 2543 และ 17 ตุลาคม 2543 จำนวน 34,746.19 ไร่ โดยมีพื้นที่ที่มีสภาพเป็นป่าชายเลน จำนวน 4,871.89 ไร่ รายละเอียดดังตาราง

ตาราง 2.4 พื้นที่ป่าชายเลน อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี (ไร่)

ที่	ตำบล หรือ (เกาะ)	พื้นที่ป่าชายเลนตามมติ ครม.	พื้นที่มีสภาพเป็นป่าชายเลน
1.	คลองตำหรุ	16,670.81	3,188.19
2.	ดอนหัวพ่อ	52.06	-
3.	บางทราย	2,666.82	103.22
4.	บางปลาสร้อย	991.11	62.16
5.	บ้านโขด	297.71	-
6.	บ้านปึก	13.60	2.54
7.	บ้านสวน	2,033.55	138.74
8.	มะขามหย่ง	330.16	8.87
9.	เสม็ด	6,239.19	543.25
10.	แสนสุข	1,208.65	45.05
11.	หนองไม้แดง	3,382.74	593.67
12.	อ่างศิลา	859.79	186.20
รวม		**34,746.19**	**4,871.89**

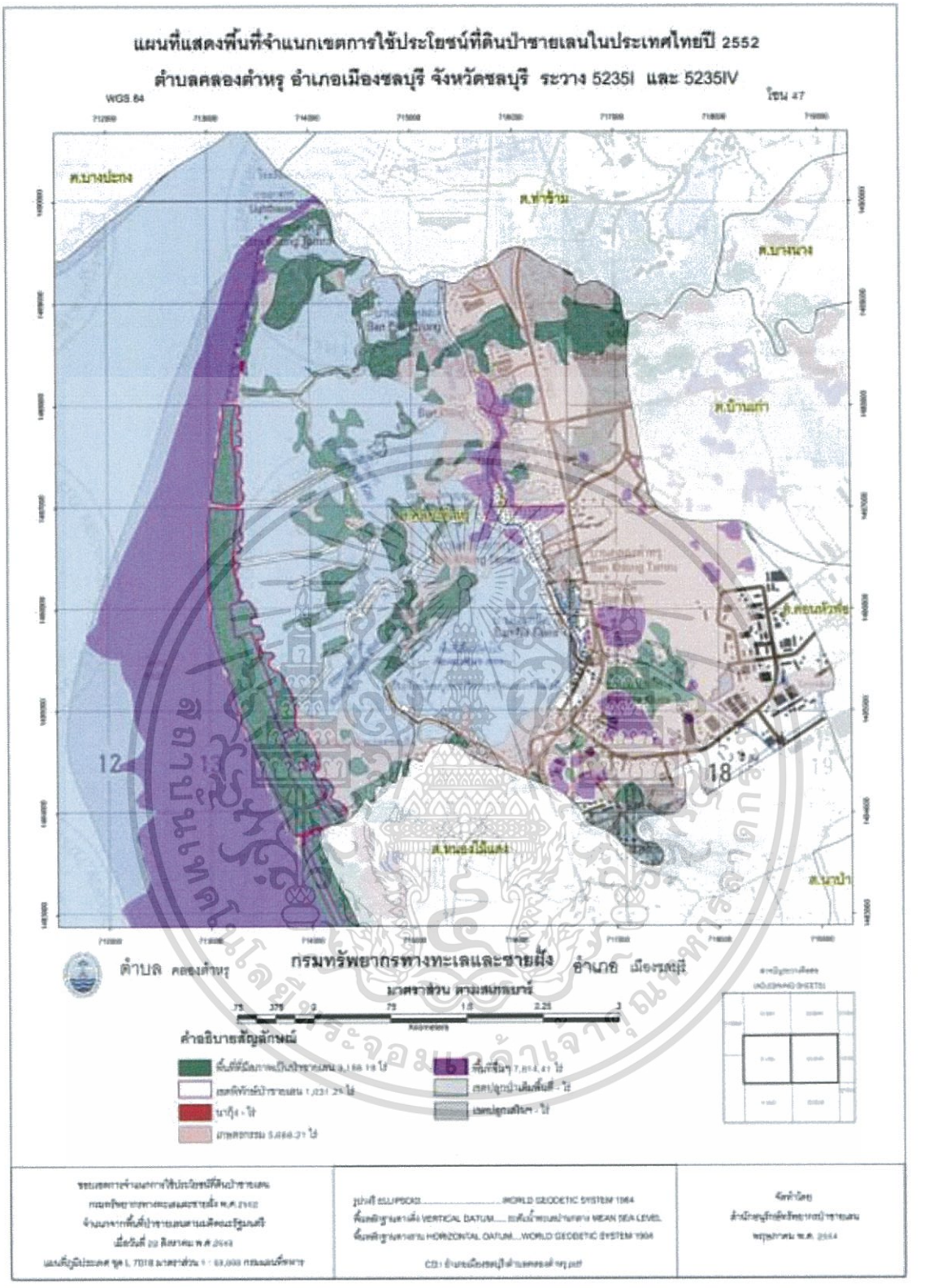
ที่มา : สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แผนที่แสดงพื้นที่จำแนกเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าชายเลนในประเทศไทยปี 2552 อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แผนที่แสดงพื้นที่จำแนกเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าชายเลนในประเทศไทยปี 2552 ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุรเชษฐ์ (2551) ศึกษาการประมาณการกักเก็บคาร์บอนที่อยู่เหนือพื้นดินของป่าชายเลน บริเวณเกาะลันตา จังหวัดกระบี่ ด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกล สามารถแบ่งการศึกษาออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม การเก็บข้อมูลภาคสนาม และการวิเคราะห์ข้อมูล ในการวางแปลงตัวอย่างได้ทำการเลือกสุ่มวางแปลงตัวอย่าง ขนาด 60 x 60 เมตร จำนวน 30 แปลง โดยเลือกตัดตัวอย่างพันธุ์ไม้ที่เป็นพันธุ์ไม้เด่นของพื้นที่ศึกษาเป็นตัวแทนของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน วิเคราะห์ข้อมูลคำนวณหาปริมาณผลผลิตมวลชีวภาพ (Biomass) ของพันธุ์ไม้ในแปลงตัวอย่าง ในการศึกษาครั้งนี้ใช้สมการแอลโลเมตรีของพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ คำนวณหาดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index) ของพันธุ์ไม้ในแปลงตัวอย่าง ประเมินหาค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอน โดยภายหลังจากนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอน ด้วยวิธี Dry Combustion พบว่าคาร์บอนสะสมมีมากที่สุดพบมากในลำต้นร้อยละ 46.51 รองลงมาได้แก่ รากค้ำยัน กิ่งและใบ มีการสะสมร้อยละ 45.67, 44.41 และ 42.67 ตามลำดับ ซึ่งศึกษาในไม้โกงกางใบเล็ก ถั่วขาว และโปรงแดง พบว่ามีปริมาณคาร์บอนในลำต้นเท่ากับร้อยละ 44, 44 และ 46 ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนที่พบในกิ่งเท่ากับร้อยละ 40, 44 และ 45 ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนที่พบในใบเท่ากับร้อยละ 39, 40 และ 45 ตามลำดับ ส่วนคาร์บอนในรากค้ำยันของโกงกางเท่ากับร้อยละ 35

วิจารณ์ (2553) ในการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของป่าชายเลน บริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนองครั้งนี้ครอบคลุมทั้งลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลน การสร้างสมการประมาณมวลชีวภาพ ปริมาณมวลชีวภาพของป่าชายเลน การสะสมคาร์บอนของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนและการประเมินการกักเก็บของป่าชายเลน ซึ่งสรุปได้ดังนี้ ลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลน ป่าชายเลนบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ 17 ชนิด ชนิดพันธุ์ไม้เด่นคือ โกงกางใบเล็ก ถั่วดำ โกงกางใบใหญ่ ถั่วขาว และโปรงแดง มีความหนาแน่นของไม้ใหญ่ ไม้หนุ่ม และกล้าไม้ เฉลี่ย 1,905, 1,105 และ 22,762 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ไม้ใหญ่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงเฉลี่ย 10.13 เซนติเมตร และ 12.05 เมตรตามลำดับ และมีค่าดัชนีความหลากหลายเฉลี่ย 0.7105 ปริมาณมวลชีวภาพป่าชายเลนพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง มีมวลชีวภาพเฉลี่ย 119.76 ตันต่อเฮกแตร์ โดยแยกเป็นมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และรากค้ำยันเฉลี่ย 81.99, 24.68, 10.30 และ 2.78 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในส่วนต่างๆของต้นไม้ มีค่าเฉลี่ย 47.72 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้งพันธุ์ไม้ป่าชายเลนแต่ละชนิดมีปริมาณคาร์บอนที่สะสมแตกต่างกัน โดยไม้ถั่วดำ มีปริมาณคาร์บอนที่สะสมในส่วนต่างๆของต้นไม้เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 49.72 รองลงมาคือ โปรงแดงและโปรงขาว เท่ากับร้อยละ 49.35 และ 48.67 ตามลำดับ

อัจฉรียา และคณะ (2555) เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าชายเลน ณ ศูนย์การเรียนรู้กองทัพบกเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษามหาราชินี (ศูนย์ศึกษาธรรมชาติบางปู จังหวัดสมุทรปราการ) เพื่อศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินรวมทั้งในส่วนของกิ่ง ใบ และรากของต้นลำพูที่อายุ 1 ปี และ 3 ปี นำมาวิเคราะห์โดยเทคนิคการเผาให้แห้ง (Dry Combustion Techniques) ด้วย Total Organic Carbon Analyze ผลการศึกษาพบว่าดินบริเวณต้นลำพูอายุ 1 ปี และ 3 ปี มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนโดยเฉลี่ย 1.6800 % และ 2.0015 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ และค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่มากที่สุดของต้นลำพูอายุ 1 ปี และ 3 ปี พบว่าในส่วนของกิ่งมีค่าเท่ากับ 8.8463, 1.8713 Kg.CO_2 ตามลำดับ สำหรับการคำนวณประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอน แสดงให้เห็นว่าต้นลำพูอายุ 3 ปี สามารถกักเก็บคาร์บอนได้มากกว่าต้นลำพูอายุ 1 ปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของกิ่ง ต้นลำพูอายุ 3 ปี สามารถกักเก็บคาร์บอนได้เท่ากับ 3.8767 Kg.CO_2 ต่อต้น ซึ่งต้นลำพูอายุ 1 ปี สามารถกักเก็บคาร์บอนได้เท่ากับ 1.7822 Kg.CO_2 ต่อต้น สรุปว่าการกักเก็บคาร์บอนเพิ่มขึ้นเมื่อต้นลำพูมีอายุมากขึ้น

มินตรา และคณะ (2556) เพื่อศึกษาปริมาณมวลชีวภาพในส่วนเหนือดินและการเทียบศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นพะยูงอายุ 26 ปี และ 28 ปี ในแปลงปลูก ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช โดยวางแปลงตัวอย่างขนาด 40x40 เมตร ช่วงอายุละ 1 แปลง และวัดมิติต่างๆของต้นไม้เพื่อนำไปหาปริมาณมวลชีวภาพในส่วนเหนือพื้นดินโดยใช้หลักการของ allometric principle พร้อมเก็บตัวอย่างส่วนต่างๆของต้นไม้เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของคาร์บอนสำหรับการประเมินศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นพะยูง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพะยูงอายุ 26 ปี มีปริมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดินสูงกว่าพะยูงอายุ 28 ปี คือ 134.41 ตัน/เฮกตาร์ และ 114.60 ตัน/เฮกตาร์ ทั้ง 2 ช่วงอายุจะมีปริมาณมวลชีวภาพในส่วนของลำต้นมากที่สุด รองลงมาคือส่วนของกิ่ง และใบตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของคาร์บอนในมวลชีวภาพมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ระหว่างส่วนของต้นไม้และอายุของต้นไม้โดยความเข้มข้นของคาร์บอนเฉลี่ยของต้นพะยูงอายุ 26 ปี และ 28 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.32 % ต่อน้ำหนักแห้ง และ 49.83 % ต่อน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่าต้นพะยูงอายุ 28 ปี คือ มีค่า 131.42 และ 108.24 ตัน/เฮกตาร์ โดยส่วนที่มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุดคือส่วนของลำต้น รองลงมาคือ ส่วนของกิ่ง และใบ ตามลำดับ

อรอนงค์ (2558) การศึกษาการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของข้าวโพด ในวงบ่อ อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของข้าวโพด การศึกษาคุณสมบัติของดินก่อนปลูกและหลังปลูกข้าวโพด จำนวน 6 พารามิเตอร์ ได้แก่ ปฏิกิริยาความเป็นกรดเป็นด่าง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ติดตามการเจริญเติบโตของข้าวโพด ประกอบด้วย ความสูงของลำต้น ความยาวใบ ความกว้างของใบ ความยาวราก เก็บน้ำหนักมวลชีวภาพแต่ละส่วนประกอบด้วย มวลชีวภาพรวม ใบ กาบใบ ราก ลำต้น ฝัก วิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในต้นข้าวโพด ศึกษาอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของเรือนพุ่มของต้นข้าวโพดในรอบวัน โดยใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงรุ่น LI – 6400 (Licor Inc., NB, U.S.A) ระยะเวลาทำการศึกษา กรกฎาคม - พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 โดยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในต้นข้าวโพดส่วนบนดิน พบว่า ในระยะการสุกแก่ทางสรีระ (105 วัน) มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดซึ่งมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 44.15 % และในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (30 วัน) มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนน้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42 % ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนส่วนราก พบว่าในระยะการการสุกแก่ทางสรีระ (105 วัน) มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.91 % และ ในระยะการเจริญเติบทางลำต้นและใบ (30 วัน) มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนน้อยที่สุดซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.96 % ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของข้าวโพด พบว่าในระยะการสะสมน้ำหนักเมล็ด (60 วัน) มีส่วนฝักมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 45.69 % และส่วนรากมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 38.99 % และระยะการสุกแก่ทางสรีระ (105 วัน) ส่วนฝักมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 46.13 % และส่วนใบมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 41.43 %

Nowak and Crane (2001) ศึกษาการสะสมและการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในเมืองของประเทศสหรัฐอเมริกา จากข้อมูลภาคสนามโดยสุ่มตัวอย่างต้นไม้ใน 10 เมืองของประเทศสหรัฐอเมริกา คาดว่าในเมืองสหรัฐอเมริกามีต้นไม้ที่มีความสามารถในการสะสมคาร์บอนได้ 700 ล้านตันคาร์บอน โดยมีอัตราการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยอยู่ที่ 22.8 ล้านตันคาร์บอนต่อปี การกักเก็บคาร์บอนในรัฐนิวยอร์กอยู่ที่ 1.2 ล้านตันคาร์บอนและในรัฐนิวเจอร์ซีย์อยู่ที่ 19,300 ตันคาร์บอน ภูมิภาคที่มีพื้นที่เมืองมากที่สุด คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (8.5%) และภาคตะวันออกเฉียงใต้ (7.1%) ป่าไม้ในเมืองของภาคกลางตอนบน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางตอนใต้ และภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา มีความสามารถในการสะสมและการกักเก็บคาร์บอน โดยมีปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยต่อเฮกตาร์มากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงใต้ รองลงมาภาคกลางตอนบน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และทะเลแปซิฟิคฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ ความหนาแน่นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเขตเมืองเฉลี่ยต่อประเทศอยู่ที่ 25.1 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ เมื่อเทียบกับพื้นที่ป่าจะอยู่ที่ 53.5 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้เพื่อประเมินบทบาทและศักยภาพของป่าไม้ในเมืองในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ซึ่งมีผลกระทบในการเกิดก๊าซเรือนกระจก

Dhillon (2012) ศึกษาการบรรเทาภาวะโลกร้อนทางชีวภาพ แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา แต่ศตวรรษที่ 20 แสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิโลกที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งภาวะโลกร้อนเกิดจากอุณหภูมิพื้นผิวโลกและชั้นบรรยากาศชั้นล่างที่มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น โดยเชื่อว่าเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก ส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่วนที่เกิดจากมนุษย์นี้เรียกว่า ภาวะโลกร้อน (Global Warming) อันเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์ นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ที่ปล่อยมาจากการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิล การตัดไม้ทำลายป่า การเกษตรและกระบวนการทางอุตสาหกรรมต่างๆ โดยอ้างว่าปรากฏการณ์นี้เป็นปรากฏการณ์เรือนกระจก ผลกระทบของภาวะเรือนกระจกถูกค้นพบครั้งแรกโดย Joseph Fourier ในปี พ.ศ. 2367 ต่อมาในปี พ.ศ. 2439 นักวิทยาศาสตร์ชาวสวีเดน Arrhenius ใช้ความรู้นี้ในการทำนายผลกระทบจากภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกต่ออุณหภูมิโลก แต่เมื่อนำเทียบกับดาวเคราะห์อื่นๆ จะไม่พบก๊าซที่ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกเหล่านี้

Ray. *et al.* (2011) ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในป่าชายเลน จะเห็นได้ชัดว่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในป่าชายเลน ในเขตร้อนจะต่ำกว่าบริเวณป่าบกในเขตร้อนทั่วไป และการเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอนในป่าชายเลนต่อปี จะทำให้เห็นความแตกต่างได้ดีกว่าป่าบก ตัวแปรสำหรับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในการเรียงลำดับความสำคัญ จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก (D) ความสูง (H) และความหนาแน่น (ρ) มวลชีวภาพจะมี 2 ส่วนหลักๆ คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (AGB) และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มวลชีวภาพใต้พื้นดิน (LBGB) โดยมวลชีวภาพจะมีความแตกต่างกันอยู่ (39.93±14.05 tC ha^{-1} กับ 9.61±3.37 tC ha^{-1}) การสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพมีค่า (4.71-6.54 Mg C $ha^{-1}a^{-1}$) จะมากกว่ามวลชีวภาพจากตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลน (4.85 Mg C $ha^{-1}a^{-1}$) และการสะสมคาร์บอนจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างมวลชีวภาพ (1.69 Mg C $ha^{-1}a^{-1}$) และตะกอน (0.012 Mg C $ha^{-1}a^{-1}$) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง ของป่าชายเลนนี้ชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรที่มีอยู่และความแตกต่างด้านสิ่งแวดล้อมอาจเป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอนในป่าชายเลน

Nowak. *et al.* (2013) ศึกษาการสะสมและการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้ในเขตชานเมืองและชุมชนในเมืองของสหรัฐ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อพื้นที่ตารางเมตรของต้นไม้ แตกต่างกันไปตามเมืองและพื้นที่ตัวอย่าง โดยมีการสะสมคาร์บอนเฉลี่ย 7.69 kg·C m^{-2} โดยอัตราการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 0.277 kg·C m^{-2} $year^{-1}$ และอัตราการกักเก็บคาร์บอนสุทธิเฉลี่ย 0.205 kg·C m^{-2} อัตราการกักเก็บคาร์บอนสุทธิเฉลี่ย 74 % ของอัตราการกักเก็บคาร์บอนรวม อัตราการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์และอัตราการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในเขตชานเมืองและเขตชุมชนเมือง มีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ โดยในเขตชานเมืองมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 643 ล้านตัน ในขณะที่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของทั้งเขตชานเมืองและเขตชุมชนเมืองมีทั้งหมดประมาณ 1.36 พันล้านตัน การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่เขตชานเมืองต่อปีอยู่ที่ 25.6 ล้านตันต่อปี และในพื้นที่เขตชุมชนเมืองอยู่ 50.3 ล้านตันต่อปี แต่การสะสมคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิในพื้นที่เขตชานเมืองแต่ละปีอยู่ที่ 18.9 ล้านตันต่อปี และในพื้นที่เขตชุมชนเมืองอยู่ที่ 37.2 ล้านตันต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องบดไม้หยาบ ตะแกรงขนาดประมาณ 4 มิลลิเมตร บริษัท BOSCO ENGINEERING ประเทศไทย
2) เครื่อง Total Organic Carbon Analyzer รุ่น TOC-VCSH บริษัท SHIMADZU ประเทศญี่ปุ่น
3) ตู้อบ (Drying Oven) รุ่น UN 55 บริษัท Atmosafe ประเทศเยอรมนี
4) เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น MS3002TS บริษัท METTLER TOLEDO ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
5) โถดูดความชื้น (Desiccator)
6) เครื่องชั่งสปริง พิกัดกำลัง 20 กิโลกรัม บริษัท สิงห์ธงชัย ประเทศไทย
7) เทปวัดขนาดเส้นรอบวง
8) เทปวัดระยะทาง ตลับเมตร
9) ถาดอลูมิเนียม
10) เบอร์ติดต้นไม้
11) กรรไกรตัดกิ่ง เลื่อยตัดไม้
12) ขวาน
13) ถุงพลาสติก กระสอบ
14) ปากกา marker
15) เชือกฟาง

3.2 วิธีการ

3.2.1 การศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนส่วนเหนือดิน

3.2.1.1 การวางแปลงตัวอย่าง

1) ทำการศึกษาพื้นที่ป่าชายเลน โดยกำหนดชนิดของต้นแสมเป็น 2 สายพันธุ์ คือ ต้นแสมขาวและต้นแสมดำ ณ ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี

2) วางแปลงตัวอย่างขนาด 20×20 เมตร เป็นขนาดพื้นที่ 400 ตารางเมตร โดยกำหนดแปลงตัวอย่างต้นแสมขาวจำนวน 1 แปลงและต้นแสมดำจำนวน 1 แปลง โดยเป็นแปลงป่าปลูก อายุเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 8 ปี

3) ตำแหน่งแปลงทางภูมิศาสตร์ แปลงของต้นแสมขาว Latitude 13.44361, Longitude 100.96884 และแปลงของต้นแสมดำ Latitude 13.44361, Longitude 100.96922

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.2 การเก็บข้อมูลต้นแสมขาวและต้นแสมดำในแปลงตัวอย่าง

1) สำรวจนับจำนวนต้นแสมขาวและต้นแสมดำทุกต้นที่เป็นไม้ต้นหรือไม้ใหญ่ มีขนาดเส้นรอบวงมากกว่า 14.14 เซนติเมตร หรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 4.5 เซนติเมตร ในแปลงตัวอย่าง (ไม่นับรวมต้นตาย) พร้อมติดเบอร์ระบุต้นไม้

2) วัดความสูงต้นไม้จากระดับพื้นดินถึงยอดด้วยเทปวัดระยะทางโดยนำเทปวัดระยะทางติดกับไม้วัดความสูงโดยให้ระดับ 0 เซนติเมตร อยู่ทางยอดใบ

3) วัดขนาดเส้นรอบวงที่ระดับอก (GBH) ที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 1.30 เมตร ด้วยเทปวัดขนาดเส้นรอบวง

4) บันทึกข้อมูลความสูงและขนาดเส้นรอบวง (GBH) ที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 1.30 เมตร โดยนำขนาดเส้นรอบวง (GBH) มาคำนวณเป็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (DBH)

3.2.1.3 การจัดเรียงความโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและการเลือกตัวอย่างต้นแสม

1) นำข้อมูลเส้นรอบวงที่ระดับอก (GBH) มาเรียงลำดับจากค่าน้อยไปมาก จากนั้นนำค่าน้อยที่สุด (min) และค่ามากที่สุด (max) มาคำนวนหาค่าพิสัยและใช้หลักการทางสถิติหาค่าความสูงเฉลี่ยและค่าเส้นรอบวงเฉลี่ยของต้นแสมทั้ง 2 สายพันธุ์

2) ข้อมูลที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยความโตของขนาดเส้นรอบวงที่ระดับอกและจัดเรียงอันตรภาคชั้นโดยกำหนดอันตรภาคชั้นสายพันธุ์ละ 3 ชั้น โดยแบ่งตามขนาดให้มีขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของแต่ละอันตรภาคใช้เลือกตัวอย่างต้นแสมชั้นละ 1 ต้น หรือให้ได้ต้นแสมที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย จากแปลงเก็บข้อมูลเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่มีการกระจายของขนาดและเป็นตัวแทนของต้นแสมทั้ง 2 สายพันธุ์

3) ตัดทอนลำต้น ไม้ตัวอย่างออกเป็นท่อน ท่อนละ 1 เมตร จนครบทั้งต้นโดยเลือกเก็บแยกส่วนลำต้น กิ่ง และใบ

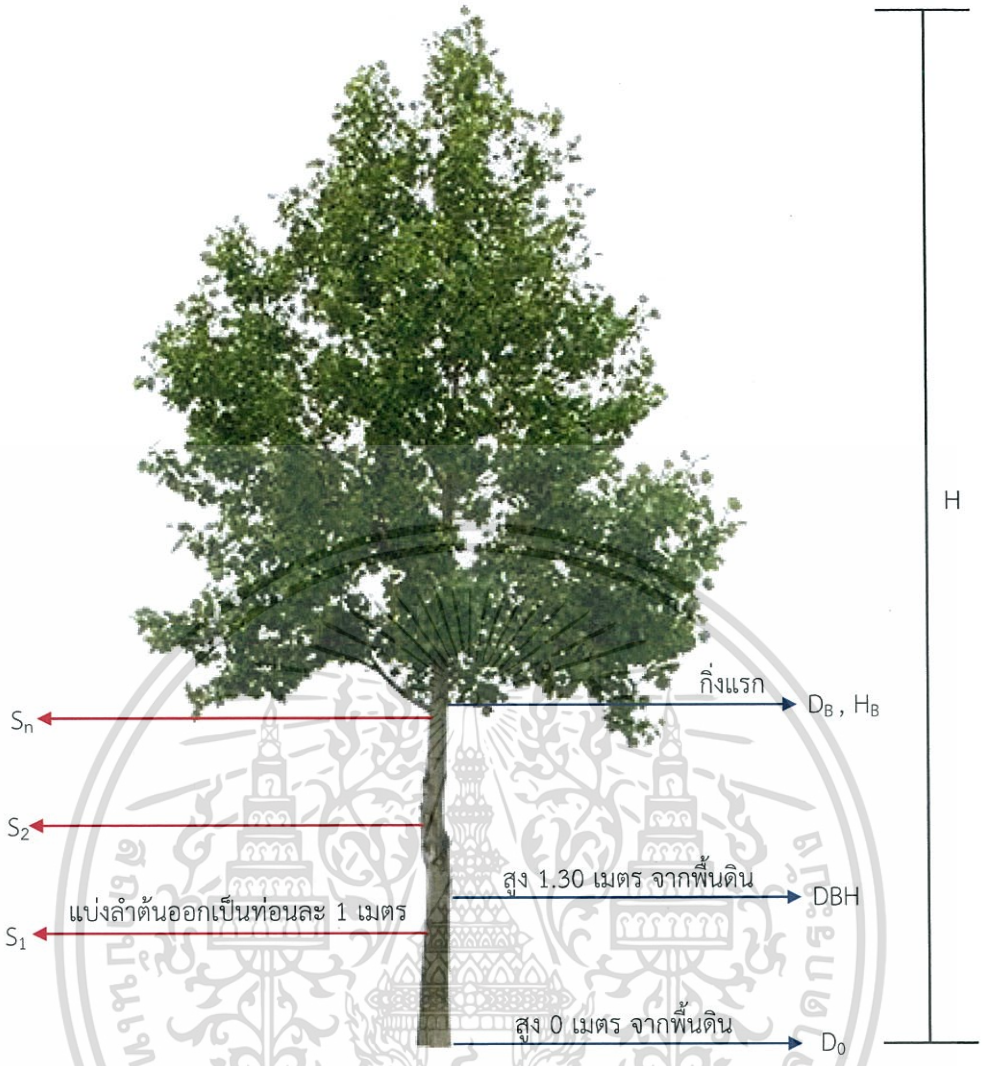
4) ชั่งน้ำหนักสดทั้งหมดของลำต้น กิ่ง และใบ โดยจะแบ่งชั่งรวมแต่ละส่วนของต้นไม้แล้วรวมน้ำหนักสดทั้งหมดของต้นไม้

5) นำตัวอย่างที่ได้มาตากแห้งเป็นระยะเวลาประมาณ 15 วันแล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลาอย่างน้อย 72 ชั่วโมงหรือจนกว่าน้ำหนักของไม้จะคงที่ จากนั้นบันทึกค่าน้ำหนักแห้งของตัวอย่างเพื่อนำไปใช้หาเปอร์เซ็นความชื้น และสร้างสมการแอลโลเมตรีต่อไป

6) นำชิ้นไม้ที่อบแห้งแล้วไปเข้าเครื่องบดทีละส่วน นำไปบดโดยใช้เครื่องบดไม้หยาบ ตะแกรงขนาดประมาณ 4 มิลลิเมตร

7) ตัวอย่างส่วนต่างๆคือ ลำต้น กิ่ง และใบ ที่ผ่านการบดมาสุ่มเก็บตัวอย่างอีกครั้งพอประมาณ เพื่อเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ระดับการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่างๆและการวัดความสูงที่ระดับต่างๆ

3.2.1.4 การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

1) นำตัวอย่างที่ได้มาอบเพื่อไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105°C ระยะเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นออกจากตัวอย่าง และนำมารอให้เย็นในโถดูดความชื้น

2) นำตัวอย่างชิ้นส่วนของต้นแสม ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ นำไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอน (carbon content) ด้วยการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนโดยวิธีสันดาปแห้ง (dry combustion) ซึ่งเป็นการนำตัวอย่างไม้มาเผาในส่วนเตาเผาของเครื่อง Total Organic Carbon Analyzer อุณหภูมิประมาณ 1000 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะก่อให้เกิดการออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอนและเป็นการย่อยคาร์บอเนตที่อยู่ในเนื้อไม้ คาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบทั้งที่อยู่ในรูปอินทรีย์คาร์บอนและอนินทรีย์คาร์บอนจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของ CO_2 เพื่อหาปริมาณคาร์บอนในตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ ซึ่งเครื่องสามารถทำการตรวจวัดได้ (ปัทมา และคณะ, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์ของเครื่อง Total Organic Carbon Analyzer ในการนำสารมาตรฐานกลูโคสและโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนมาสร้างกราฟมาตรฐานทุกครั้งเมื่อทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง โดยในการวิเคราะห์กราฟมาตรฐานที่ได้ต้องมีค่าสหสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear correlation coefficient, R^2) เข้าใกล้ 1 เพื่อเป็นการยืนยันความเที่ยงตรงและแม่นยำในการวิเคราะห์

3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.2.1 การคำนวณปริมาณความชื้นของส่วนต่างๆ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ โดยการนำตัวอย่างของส่วนต่างๆ ที่บันทึกน้ำหนักสดไว้แล้ว ไปอบและชั่งน้ำหนักอบแห้ง คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากสูตร ดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น}\left(\text{เทียบต่อน้ำหนักแห้}\right) = \frac{\left(\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้}\right) \times 100}{\text{น้ำหนักแห้ง}}$$

3.2.2.2 การคำนวณหาน้ำหนักอบแห้งหรือมวลชีวภาพ จากเปอร์เซ็นต์ความชื้นของส่วนต่างๆ นำไปเปลี่ยนหาน้ำหนักสดของ ลำต้น กิ่ง และใบ ให้เป็นน้ำหนักอบแห้งได้จากสูตร

$$\text{น้ำหนักแห้ง} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสด}}{\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} + 100}$$

3.2.2.3 การคำนวณหาปริมาณผลผลิตมวลชีวภาพ (Biomass) ของพันธุ์ไม้ในแปลงตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างแอลโลเมตรีเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในด้านนิเวศวิทยา เพื่อประเมินมวลชีวภาพโดยสร้างความสัมพันธ์ ในรูปของสมการ $y = ax^b$ โดยที่ y คือ มวลชีวภาพพืช x คือ ตัวแปรอิสระที่เป็นค่าที่วัดได้ จากต้นไม้เช่น ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่ระดับ 1.30 เมตร a และ b คือ ค่าคงที่

3.2.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ในแผนการทดลองนี้ได้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) และนำข้อมูลที่ได้ไปทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple Comparison) เพื่อทราบความแตกต่างของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่แตกต่างของต้นแสมทั้งสองสายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการสำรวจแปลงตัวอย่าง

จากการวางแปลงตัวอย่างขนาด 20×20 เมตร ขนาดพื้นที่ในแปลงตัวอย่างจะมีขนาดเท่ากับ 400 ตารางเมตร หรือเท่ากับ 0.25 ไร่ ในแปลงตัวอย่างของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ จากนั้นทำการสำรวจเก็บข้อมูลแต่ละชนิดโดยเลือกสำรวจต้นแสมที่มีขนาดเส้นรอบวงมากกว่า 14.14 เซนติเมตร หรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 4.5 เซนติเมตร ซึ่งถือเป็นไม้ต้นหรือไม้ใหญ่ และนำข้อมูลมาคำนวณหาความหนาแน่นต่อไร่ พบว่าต้นแสมขาวมีความหนาแน่นเท่ากับ 180 ต้น/ไร่ มีความสูงอยู่ในช่วง 5.29–14.36 เมตร มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ในช่วง 18.20–46.40 เซนติเมตร จึงได้ทำการจัดเรียงอัตรภาคชั้นจำนวน 3 ชั้น คือ 14.0–24.0, 25.0–35.0 และ 36.0–46.0 เซนติเมตร ตามลำดับ ต้นแสมดำมีความหนาแน่นเท่ากับ 580 ต้น/ไร่ มีความสูงอยู่ในช่วง 3.16–8.14 เมตร มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ในช่วง 14.30–37.20 เซนติเมตร จึงได้ทำการจัดเรียงอัตรภาคชั้นจำนวน 3 ชั้น คือ 14.0–21.0, 22.0–29.0 และ 30.0–37.0 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยอัตรภาคชั้นได้แบ่งจากช่วงของข้อมูลตัวอย่างให้มีสายพันธุ์ละ 3 อัตรภาคชั้น โดยอาศัยช่วงของข้อมูลที่ค่าต่ำสุดถึงข้อมูลที่มีค่าสูงสุด จากข้อมูลความสูงเฉลี่ยและเส้นรอบวงระดับอกเฉลี่ย พบว่าต้นแสมขาวมีค่าเฉลี่ยที่มากกว่า อาจจะมีสาเหตุมาจากต้นแสมขาวมีความหนาแน่นต่อพื้นที่น้อยกว่าต้นแสมดำ จึงทำให้ต้นแสมขาวสามารถรับแสงได้เต็มที่กว่า มีการเติบโต มีความสูง และมวลชีวภาพมากกว่าต้นแสมดำ

ตารางที่ 4.1 การจัดชั้นความโตของต้นแสมขาวและต้นแสมดำในแปลงตัวอย่าง

สายพันธุ์ต้นแสม	เส้นรอบวงระดับอกขีดกำจัดชั้น (เซนติเมตร)	ความถี่ในอัตรภาคชั้น	จุดกึ่งกลางชั้น
ต้นแสมขาว	14 – 24	13	19.0
	25 – 35	17	30.0
	36 – 46	15	31.0
ต้นแสมดำ	14 – 21	76	17.5
	22 – 29	53	25.5
	30 – 37	16	33.5

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าขนาดเส้นรอบวงระดับอกของต้นแสมขาวมีขนาดใหญ่กว่าขนาดเส้นรอบวงระดับอกของต้นแสมดำ แต่ความถี่ในอัตรภาคชั้นของต้นแสมขาวมีความถี่น้อยกว่าต้นแสมดำ เนื่องจากต้นแสมขาวเป็นไม้เบิกนำชั้นนอกป่าชายเลนซึ่งอยู่ติดทะเลจึงทำให้ได้รับผลกระทบจากคลื่นทะเล และสภาวะน้ำขึ้นลงมากกว่าต้นแสมดำที่อยู่ถัดเข้ามาในเขตป่าชายเลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสำรวจแปลงตัวอย่างพบว่าต้นแสมขาวและต้นแสมดำ มีความหนาแน่นเท่ากับ 180 ต้น/ไร่ และ 580 ต้น/ไร่ ความสูงเฉลี่ยของต้นแสมขาวมีค่ามากกว่าต้นแสมดำคือ 8.92 เมตร และ 6.23 เมตร ตามลำดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกเฉลี่ยของต้นแสมขาวมากกว่าต้นแสมดำคือ 9.81 เซนติเมตร และ 7.16 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 สมบัติทั่วไปของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ

สายพันธุ์ต้นแสม	ความหนาแน่นในแปลงสำรวจ (ต้น)	ความหนาแน่น (ต้น/ไร่)	ความสูงเฉลี่ย (เมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกเฉลี่ย (เซนติเมตร)
ต้นแสมขาว	45	180	8.92±1.98	9.81±2.59
ต้นแสมดำ	145	580	6.23±1.06	7.16±1.60

หมายเหตุ แปลงสำรวจตัวอย่างมีพื้นที่ 400 ตารางเมตร หรือ 0.25 ไร่

จากตารางที่ 4.2 ความสูงเฉลี่ยและเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกเฉลี่ยของต้นแสมขาวมากกว่าต้นแสมดำ เป็นผลมาจากความหนาแน่นของพื้นที่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของต้นแสมขาวมีความสูงเฉลี่ยและเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกเฉลี่ยมากกว่าของต้นแสมดำ

4.2 สมการแอลโลเมตรีสำหรับการประมาณมวลชีวภาพ

จากข้อมูลตัวอย่างที่ตัดมา ได้นำมาวิเคราะห์ในการสร้างกราฟจากความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งหรือมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และส่วนเหนือดิน กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (DBH^2H) ในรูปสมการ $y = ax^b$ เพื่อสร้างเป็นสมการแอลโลเมตรีหามวลชีวภาพ เนื่องจากการนำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับใดระดับหนึ่งมาสร้างสมการหาประมาณมวลชีวภาพเพียงอย่างเดียวจะทำให้ค่าที่ได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้ จึงได้นำความสูงเข้ามาร่วมคำนวณด้วยเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของการประมาณมวลชีวภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 สมการแอลโลเมตรีหามวลชีวภาพส่วนต่างๆของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ

สายพันธุ์ต้นแสม	มวลชีวภาพ (กิโลกรัม/ต้น)	สมการ	R^2
ต้นแสมขาว	ลำต้น (W_s)	$W_s = 0.0258(DBH^2H)^{1.0034}$	$R^2 = 0.9986$
	กิ่ง (W_b)	$W_b = 0.0461(DBH^2H)^{0.7926}$	$R^2 = 0.9997$
	ใบ (W_l)	$W_l = 0.0021(DBH^2H)^{1.0312}$	$R^2 = 0.9875$
	เหนือดิน (W_t)	$W_t = 0.0593(DBH^2H)^{0.9438}$	$R^2 = 0.9997$
ต้นแสมดำ	ลำต้น (W_s)	$W_s = 0.0527(DBH^2H)^{0.9016}$	$R^2 = 0.9372$
	กิ่ง (W_b)	$W_b = 0.0409(DBH^2H)^{0.8208}$	$R^2 = 0.9758$
	ใบ (W_l)	$W_l = 0.0111(DBH^2H)^{0.8413}$	$R^2 = 0.9886$
	เหนือดิน (W_t)	$W_t = 0.1020(DBH^2H)^{0.8726}$	$R^2 = 0.9372$

หมายเหตุ

W_s หมายถึง มวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัม)

W_b หมายถึง มวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัม)

W_l หมายถึง มวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัม)

W_t หมายถึง มวลชีวภาพของทั้งหมดส่วนเหนือดิน (กิโลกรัม)

DBH^2H หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (เซนติเมตร^2·เมตร)

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าค่าสมการที่ได้ในแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบสมการกับงานวิจัยของ จิระศักดิ์และอภิรักษ์ (2542) ที่สมการแอลโลเมตรีคำนวณหามวลชีวภาพต้นแสมขาวและต้นแสมดำ โดยงานวิจัยดังกล่าวใช้สมการแอลโลเมตรีเดียวกันในการคำนวณหามวลชีวภาพทั้งของต้นแสมขาวและต้นแสมดำและไม่ได้นำความสูงเข้ามาคำนวณในสมการดังกล่าว จึงทำให้สมการที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาใหม่มีความน่าเชื่อถือมากกว่าเพราะมีการนำความสูงมาคำนวณร่วมด้วย

4.3 ผลการประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน

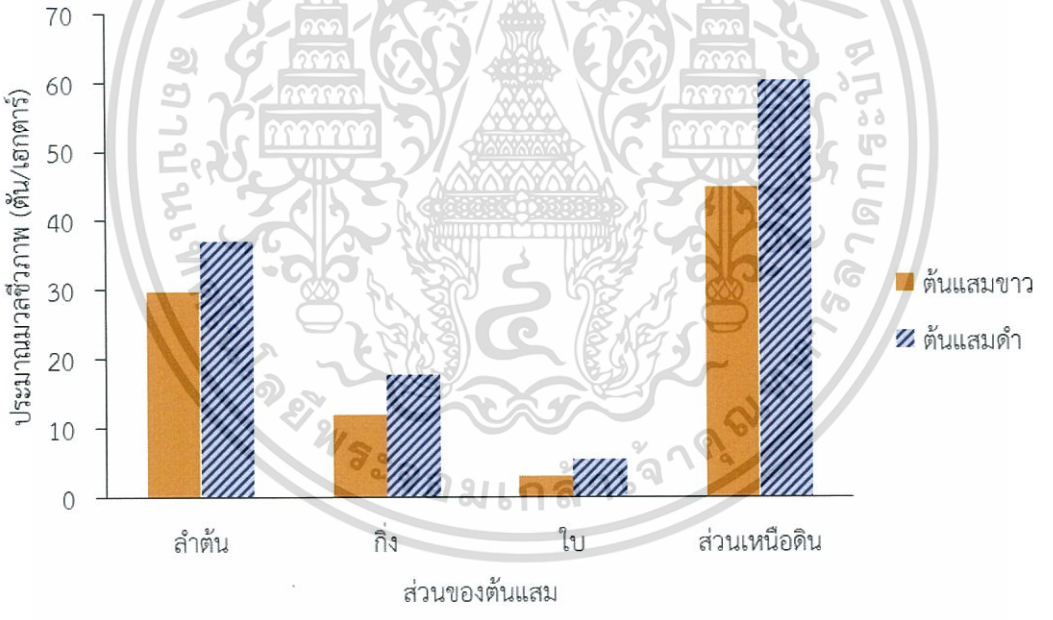
ผลการประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือดินของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ พบว่าต้นแสมขาวมีมวลชีวภาพส่วนของลำต้นน้อยกว่าต้นแสมดำ คือมีปริมาณมวลชีวภาพ 29.84 ตัน/เฮกตาร์ และ 36.92 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ส่วนของกิ่งต้นแสมขาวมีปริมาณมวลชีวภาพน้อยกว่าต้นแสมดำคือมีปริมาณมวลชีวภาพ 11.95 ตัน/เฮกตาร์ และ 17.70 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ส่วนของใบต้นแสมขาวมีปริมาณมวลชีวภาพน้อยกว่าต้นแสมดำ คือมีปริมาณมวลชีวภาพ 2.96 ตัน/เฮกตาร์ และ 5.43 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 มวลชีวภาพส่วนต่างๆของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ

สายพันธุ์ต้นแสม	ส่วนของต้นไม้	มวลชีวภาพ (กิโลกรัม/ต้น)	(กิโลกรัม/พื้นที่แปลงตัวอย่าง)	(กิโลกรัม/ไร่)	(ตัน/เฮกตาร์)
ต้นแสมขาว	ลำต้น	26.53	1193.66	4774.64	29.84
	กิ่ง	10.62	477.89	1911.58	11.95
	ใบ	2.63	118.50	474.02	2.96
	เหนือดิน	39.78	1794.09	7176.35	44.75
ต้นแสมดำ	ลำต้น	10.18	1476.65	5906.59	36.92
	กิ่ง	4.88	708.12	2832.46	17.70
	ใบ	1.50	217.11	868.43	5.43
	เหนือดิน	16.56	2403.99	9615.97	60.10

หมายเหตุ แปลงตัวอย่างมีพื้นที่ 400 ตารางเมตร หรือ 0.25 ไร่
มวลชีวภาพกิโลกรัมต่อต้นเป็นค่าเฉลี่ยจากข้อมูลทั้งแปลงตัวอย่าง



รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบประมาณมวลชีวภาพในส่วนต่างๆของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ

ผลการประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือดินของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ พบว่าต้นแสมขาวมีปริมาณมวลชีวภาพต่อหน่วยพื้นที่น้อยกว่าต้นแสมดำคือ 44.75 ตัน/เฮกตาร์ และ 60.10 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ (รูปที่ 4.1) เนื่องมาจากต้นแสมขาวมีความหนาแน่นต่อหน่วยพื้นที่น้อยกว่าต้นแสมดำ ถึงแม้ว่าต้นแสมขาวจะมีมวลชีวภาพเฉลี่ยต่อต้นมากกว่าต้นแสมดำก็ตาม ต่างจากรายงานผลผลิตมวลชีวภาพของต้นไม้ป่าชายเลนจังหวัดชลบุรี (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2554) ที่ระบุว่าต้นแสมขาวมีมวลชีวภาพมากกว่าต้นแสมดำเป็นผลมาจากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดพื้นที่สำรวจตัวอย่างในครั้งนี้เป็นแปลงป่าปลูกและกำหนดอายุของต้นแสมทั้งสองสายพันธุ์ให้มีอายุเท่าๆกันทำให้ผลที่ได้ต่างจากเดิม

4.4 ความเข้มข้นของคาร์บอนในมวลชีวภาพ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนในส่วนต่างๆของต้นแสม ซึ่งมีหน่วยเป็นร้อยละต่อน้ำหนักแห้ง พบว่าต้นแสมขาวมีปริมาณคาร์บอนในส่วนเหนือดินแต่ละส่วนได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ คือ ร้อยละ 45.90, 46.77 และ 46.39 ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ สำหรับต้นแสมดำมีปริมาณคาร์บอนในส่วนเหนือดินแต่ละส่วนได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ คือ ร้อยละ 44.03, 45.96 และ 45.26 ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ค่าเปอร์เซ็นต์คาร์บอนส่วนต่างๆของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ

สายพันธุ์ต้นแสม	ส่วนของต้นไม้	เปอร์เซ็นต์คาร์บอนเฉลี่ย (ต่อน้ำหนักแห้ง)
ต้นแสมขาว	ลำต้น	45.90±2.07
	กิ่ง	46.77±1.59
	ใบ	46.39±2.54
	เฉลี่ย	46.15±2.03
ต้นแสมดำ	ลำต้น	44.03±2.36
	กิ่ง	45.96±2.60
	ใบ	45.26±1.83
	เฉลี่ย	44.69±2.47

จากตารางที่ 4.5 ร้อยละความเข้มข้นคาร์บอนต่อน้ำหนักแห้งของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ พบว่าความเข้มข้นคาร์บอนต่อน้ำหนักแห้งเป็นไปในทางเดียวกันคือ ส่วนกิ่ง จะมีความเข้มข้นคาร์บอนมากกว่าส่วนใบ และในส่วนของลำต้นจะมีน้อยที่สุด ตามลำดับ ค่าความเข้มข้นคาร์บอนต่อน้ำหนักแห้งเฉลี่ยทุกส่วนของต้นแสมขาวและต้นแสมดำมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95% ($p<0.05$) และมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของสำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2554) เรื่องการศึกษาปริมาณคาร์บอนที่สะสมในป่าชายเลนใน 13 จังหวัด ของไม้โกงกางแสม พบว่าส่วนลำต้นมีคาร์บอนเฉลี่ยร้อยละ 45.56 ของน้ำหนักแห้ง ส่วนกิ่งประกอบด้วยคาร์บอนประมาณร้อยละ 45.95 ของน้ำหนักแห้ง และใบเท่ากับ ร้อยละ 44.74 ของน้ำหนักแห้ง

ผลการวิเคราะห์ร้อยละความเข้มข้นคาร์บอนต่อน้ำหนักแห้งจากเครื่อง Total Organic Carbon Analyzer ได้ทำการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์โดยสร้างกราฟมาตรฐานจากสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน ดังตัวอย่าง (รูปภาคผนวก ข 1) และ (รูปภาคผนวก ข 2) และได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำเพื่อเป็นการยืนยันความเที่ยงตรงและแม่นยำของผลการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 สมการแอลโลเมตรีสำหรับการประมาณการกักเก็บคาร์บอน

เมื่อนำค่าความเข้มข้นของคาร์บอนในมวลชีวภาพ (ตารางที่ 4.5) มาใช้ร่วมกับสมการการประมาณมวลชีวภาพ (ตารางที่ 4.3) ทำให้สามารถสร้างสมการสำหรับประมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพได้ในการสร้างกราฟจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของลำต้น กิ่ง ใบ และส่วนเหนือดิน กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (DBH^2H) และได้สมการแอลโลเมตรีสำหรับการประมาณการกักเก็บคาร์บอน ดังตารางที่ 4.6 โดยการนำข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ สามารถนำมาใช้ในการประมาณการกักเก็บคาร์บอนได้โดยไม่จำเป็นต้องตัดต้นไม้ เพื่อลดขั้นตอนในการประมาณการกักเก็บคาร์บอนในอนาคต

ตารางที่ 4.6 สมการแอลโลเมตรีสำหรับการประมาณการกักเก็บคาร์บอน

สายพันธุ์ต้นแสม	ส่วนของต้นไม้	สมการ	R^2
ต้นแสมขาว	ลำต้น	$C_s = 0.0093(DBH^2H)^{1.0417}$	$R^2 = 0.9992$
	กิ่ง	$C_b = 0.0185(DBH^2H)^{0.8173}$	$R^2 = 0.9989$
	ใบ	$C_l = 0.0008(DBH^2H)^{1.0695}$	$R^2 = 0.9976$
	เหนือดิน	$C_t = 0.0223(DBH^2H)^{0.9759}$	$R^2 = 0.9993$
ต้นแสมดำ	ลำต้น	$C_s = 0.0343(DBH^2H)^{0.8372}$	$R^2 = 0.9928$
	กิ่ง	$C_b = 0.0207(DBH^2H)^{0.8037}$	$R^2 = 0.9872$
	ใบ	$C_l = 0.0053(DBH^2H)^{0.8336}$	$R^2 = 0.9950$
	เหนือดิน	$C_t = 0.0600(DBH^2H)^{0.8268}$	$R^2 = 0.9915$

หมายเหตุ

C_s หมายถึง การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของลำต้น (กิโลกรัม)

C_b หมายถึง การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของกิ่ง (กิโลกรัม)

C_l หมายถึง การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของใบ (กิโลกรัม)

C_t หมายถึง การกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของส่วนเหนือดิน (กิโลกรัม)

DBH^2H หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (เซนติเมตร^2·เมตร)

4.6 ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ

ต้นแสมขาวสามารถกักเก็บคาร์บอนในส่วนต่างๆ ประกอบด้วย ลำต้น กิ่ง และใบ มีค่าเท่ากับ 14.14, 5.71 และ 1.48 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ต้นแสมดำสามารถกักเก็บคาร์บอนในส่วนต่างๆ ประกอบด้วย ลำต้น กิ่ง และใบ มีค่าเท่ากับ 16.37, 8.09 และ 2.48 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 4.7 โดยคำนวณได้จากการนำข้อมูลในแปลงตัวอย่างมาแทนสมการ

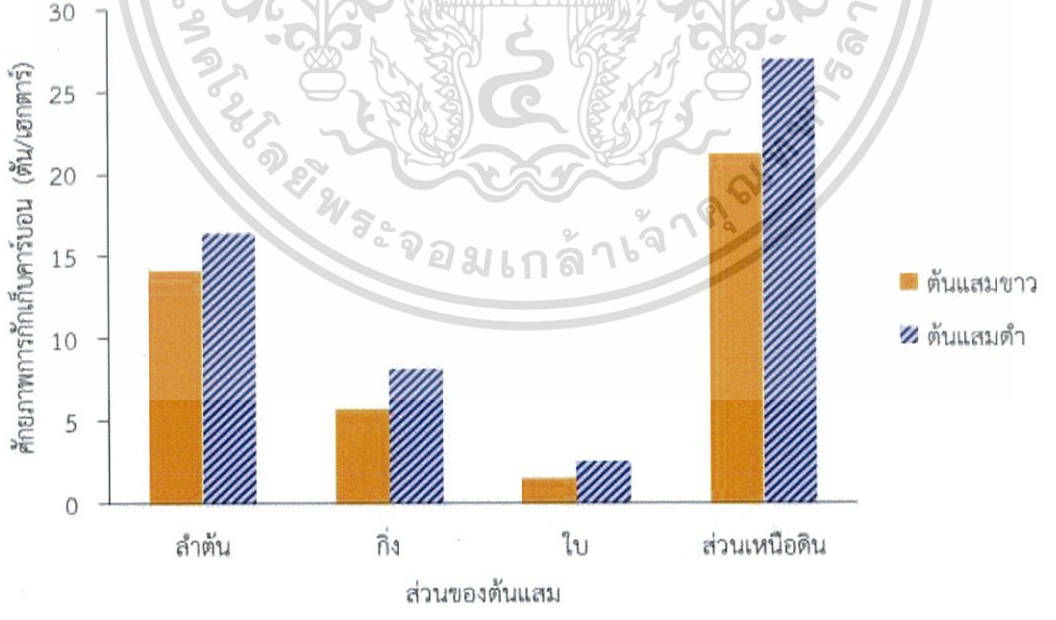
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอลโลเมตรีสำหรับการประมาณการกักเก็บคาร์บอนในตารางที่ 4.6 และสามารถคำนวณเปรียบเทียบต่อพื้นที่

ตารางที่ 4.7 ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพต้นแสมขาวและต้นแสมดำ

สายพันธุ์ต้นแสม	ส่วนของต้นไม้	การกักเก็บคาร์บอน			
		(กิโลกรัม/ต้น)	(กิโลกรัม/พื้นที่แปลงตัวอย่าง)	(กิโลกรัม/ไร่)	(ตัน/เฮกตาร์)
ต้นแสมขาว	ลำต้น	12.57	565.73	2262.92	14.14
	กิ่ง	5.07	228.30	913.20	5.71
	ใบ	1.32	59.38	237.52	1.48
	เหนือดิน	18.84	847.95	3391.20	21.20
ต้นแสมดำ	ลำต้น	4.52	654.71	2618.84	16.37
	กิ่ง	2.23	323.74	1294.98	8.09
	ใบ	0.68	99.02	396.08	2.48
	เหนือดิน	7.42	1076.54	4306.17	26.91

หมายเหตุ แปลงตัวอย่างมีพื้นที่ 400 ตารางเมตร หรือ 0.25 ไร่
การกักเก็บคาร์บอนกิโลกรัมต่อต้นเป็นการนำการกักเก็บคาร์บอนต่อพื้นที่แปลงตัวอย่างมาเฉลี่ยจำนวนต้น



รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในส่วนต่างๆของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 พบว่าการกักเก็บคาร์บอนต่อพื้นที่มีแนวโน้มเช่นเดียวกับมวลชีวภาพ โดยต้นแสมขาวมีการกักเก็บคาร์บอนน้อยกว่าต้นแสมดำในทุกส่วนของต้น (รูปที่ 4.2) เนื่องจากต้นแสมขาวมีความหนาแน่นน้อยกว่าต้นแสมดำ ซึ่งมีความเข้มข้นคาร์บอนไม่แตกต่างกันทางสถิติในพื้นที่ที่ทำการศึกษา จึงทำให้ผลการประเมินต้นแสมขาวมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนได้น้อยกว่าต้นแสมดำ

4.6.1 ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์

จากการทราบประมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ สามารถนำมาประมาณการเพื่อเปรียบเทียบ โดยนำปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพมาคำนวณหาปริมาณการกักเก็บในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จาก

น้ำหนักของ C หนักประมาณ 12.01 กรัม
น้ำหนักของ CO_2 หนักประมาณ 44.01 กรัม
คิดเป็นอัตราส่วน C : CO_2 = 1 : 3.66

จึงประมาณการได้ว่าในต้นแสมขาวสามารถคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเป็นปริมาณการกักเก็บในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เท่ากับ 21.20 × 3.66 = 77.59 ตัน/เฮกตาร์ และในต้นแสมดำสามารถคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเป็นปริมาณการกักเก็บในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เท่ากับ 26.91 × 3.66 = 98.49 ตัน/เฮกตาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณมวลชีวภาพส่วนต่างๆและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นแสมขาวและต้นแสมดำ ในแปลงป่าปลูก ณ ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี โดยการประมาณมวลชีวภาพในส่วนต่างๆของต้นไม้ จากการเก็บข้อมูลนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์ในรูปสมการแอลโลเมตรี พบว่าปริมาณมวลชีวภาพของต้นแสมขาวมีปริมาณน้อยกว่าต้นแสมดำ โดยส่วนของลำต้นมีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุด รองลงมาคือ ส่วนของกิ่ง และใบ โดยต้นแสมขาวมีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 29.84, 11.95 และ 2.96 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ และต้นแสมดำมีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 36.92, 17.70 และ 5.43 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ โดยต้นแสมขาวและต้นแสมดำมีมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน 44.75 ตัน/เฮกตาร์ และ 60.10 ตัน/เฮกตาร์

การศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในต้นแสม พบว่าต้นแสมขาวมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนน้อยกว่าต้นแสมดำ โดยส่วนของลำต้นมีปริมาณคาร์บอนมากที่สุด รองลงมาคือ ส่วนของกิ่งและใบ โดยต้นแสมขาวมีปริมาณคาร์บอนเท่ากับ 14.14, 5.71 และ 1.48 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ และต้นแสมดำมีปริมาณคาร์บอนเท่ากับ 16.37, 8.09 และ 2.48 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ โดยต้นแสมขาวและต้นแสมดำมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนส่วนเหนือดินเท่ากับ 21.20 ตัน/เฮกตาร์ และ 26.91 ตัน/เฮกตาร์ โดยประมาณการได้ว่าในต้นแสมขาวและต้นแสมดำสามารถคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเป็นปริมาณการกักเก็บในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เท่ากับ 77.59 ตัน/เฮกตาร์ และ 98.49 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอะแนะ

1. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในส่วนใต้ดินร่วมด้วย
2. ควรจะทำการศึกษาต้นแสมในพื้นที่ต่างๆกัน เพื่อศึกษาปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลต่อปริมาณมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอน
3. ควรทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบปริมาณมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้เศรษฐกิจที่โตเร็ว เช่น ยูคาลิปตัส ตะกู เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2554. **ปฏิบัติการประเมินมูลค่าความเสียหายหลังการทำลายป่าไม้.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : บริษัท อินฟินิท โกบอลเทรด จำกัด

กำพล รุจิวิชชญ์. 2550. "คอลัมน์สภาวะโลกร้อน : ทุกประเทศทั่วโลกตระหนักปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ." *สิ่งแวดล้อมประเทศไทย ENVIRONMENT THAILAND.* 7(27) : 15.

จิระศักดิ์ ชูความดีและอภิรักษ์ อนันต์ศิริวัฒน์. 2542. "มวลชีวภาพไม้แสมขาว (*Avicennia alba*) จังหวัดสมุทรสงคราม." *วารสารวิชาการป่าไม้.* 1(1).

ชิงชัย วิริยะบัญชา. 2546. **คู่มือการประมาณมวลชีวภาพของหมู่ไม้.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.dnp.go.th/development/Biomass.pdf.

ปัทมา วิตยากร, สมชาย บุตรนันท์ และภาณุเดชา กมลมานิทย์. 2554. "การใช้ถ่านหินเป็นสารปรับปรุงเสื่อมโทรม และการศึกษาหน้าที่และโครงสร้างประชากรราผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างคุณภาพ." หน้า 15. ใน **การเก็บกักคาร์บอนในดินที่มีการใช้ที่ดินต่างรูปแบบในพื้นที่ลูกคลื่น.** ขอนแก่น : สาขาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาพืชศาสตร์ และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ฝ่ายวิศวกรรม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.). 2557. **คาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide).** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.tistr.or.th/ed/?p=566.

ภาณุวัฒน์ ประเสริฐพงษ์. 2560. **วิธีการศึกษามวลชีวภาพในป่าไม้.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.op.mahidol.ac.th/oppe/downloads/sus-meeting-วิธีการศึกษามวลชีวภาพในป่าไม้.pdf.

มินตรา ตุ้มทอง, ภูริสา สถิตธ์ภูมิ และอรวรรณ์ โภชธิหรรษา. 2556. "ปริมาณมวลชีวภาพและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในส่วนเหนือพื้นดินของต้นพะยูง โดยใช้หลักการของแอลโลเมตรี." ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิจารณ์ มีผล. 2553. "การเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลน บริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง." *วารสารการจัดการป่าไม้.* 4(7) : 29-44.

สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2560. **ปรากฏการณ์เรือนกระจก.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.il.mahidol.ac.th/emedia/ecology/chapter2/chapter2_airpollution13.htm.

สยามเคมี.คอม สารเคมี และผลิตภัณฑ์เคมี. 2560. **วัฏจักรคาร์บอน (carbon cycle).** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.siamchemi.com/วัฏจักรคาร์บอน/.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาพิศ ดิลกสัมพันธ์. 2554. “สถานภาพในการกักเก็บคาร์บอนของป่าชายเลนในประเทศไทย.” หน้า 285-298. ใน **การสัมมนาป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 14**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สุรเชษฐ์ สีแดง. 2551. “การประมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าชายเลนบริเวณเกาะลันตา จังหวัดกระบี่ ด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกล.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(วนศาสตร์) สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุเมธ เดชะตันตระกูล, จาริยา มุทุสิทธิ์ และอ้อยใจ กะวิเศษ. 2547. **บทที่ 4 การสุ่มตัวอย่างสังคมพืช (Vegetation sampling).** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://cyberlab.lh1.ku.ac.th/elearn/faculty/forest/fo22/chap4/c4-1.htm.

สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน). 2553. **แสม – ข้อมูลทรัพยากรชีวภาพพืช.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.bedo.or.th/lcdb/biodiversity/view.aspx?id=9618.

สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน 1. 2558. **การศึกษาความหลากหลายของทรัพยากรชีวภาพ-พืช.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://digital.forest.ku.ac.th/ROC1/?action=plant.

สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2554. **ความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชายเลนฝั่งอ่าวไทยและอันดามันตอนล่าง.** กรุงเทพ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2555. **ทรัพยากรป่าชายเลนจังหวัดชลบุรี.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.dmcr.go.th/attachment/download/download.php?WP=q3EZMT1CM5O0hJatrTgjWz0mqmEZZJ1CM5O0hJatrTDo7o3Q.

สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2552. **พันธุ์ไม้ป่าชายเลนในประเทศไทย(ฉบับปรับปรุงใหม่).** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

อรอนงค์ กงงอน. 2558. “การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของข้าวโพด ในวงบ่อ อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อัจฉรียา บุญฉวี, อัญมณี หวังเจริญ และมูราณี เจ๊ะมะ. 2555. “การกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าชายเลนบางปู จังหวัดสมุทรปราการ.” ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Dhillon, R.S. and George von Wuehlisch. 2012. “Mitigation of global warming through renewable biomass.” *Biomass & Bioenergy*. 48 : 75-89.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nowak, David J. and Crane, Daniel E. 2001, "Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA." *Environmental Pollution*. 116(3) : 381-389.

Nowak, David J. Greenfield, Eric J. Hoehn, Robert E. and Lapoint, Elizabeth. 2013. "Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States." *Environmental Pollution*. 178 : 229-236.

Ray, R. Ganguly, D. Chowdhury, C. Das, S. Dutta, M.K. Mandal, S.K. Majumder, N. De, T.K. Mukhopadhyay, S.K. Jana, T.K. 2011. "Carbon sequestration and annual increase of carbon stock in a mangrove forest." *Atmospheric Environment*. 45(28) : 5016-5024.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
อุปกรณ์สำหรับโครงงานพิเศษและการเก็บตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

อุปกรณ์สำหรับโครงงานพิเศษและการเก็บตัวอย่าง

รูปภาคผนวก ก 1 อุปกรณ์

เลื่อย

ตลับเมตร

เทปวัดขนาดเส้นรอบวง

ที่วัดความสูงต้นไม้

เครื่องบดไม้หยาบ

เครื่อง Total Organic Carbon Analyzer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก ก 2 วิธีการ

วางแปลงตัวอย่างพร้อมสำรวจนับจำนวนและติดเบอร์ต้นไม้แต่ละต้นไม้

วัดขนาดเส้นรอบวงระดับอก (GBH) ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร

วัดความสูงด้วยที่วัดความสูงต้นไม้

ตัดต้นแสมตัวอย่างที่ต้องการ โดยทำการตัดให้ชิดผิวดิน

ทำเครื่องหมายในการตัดทุกๆ 1 เมตร

ตัดทอนไม้ตัวอย่างออกเป็นท่อนท่อนละ 1 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่งน้ำหนักสดของลำต้น กิ่ง และใบแต่ละส่วน ทั้งหมดของต้นแสมตัวอย่าง

สุ่มตัวอย่างส่วนต่างๆได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ เพื่อพร้อมในการชั่งน้ำหนักสด

ชั่งน้ำหนักสดของตัวอย่างแต่ละส่วนได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ นำตัวอย่างไปตากและอบแห้งเพื่อไล่ความชื้นในขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ตารางบันทึกการเก็บข้อมูลต้นแสมขาวและต้นแสมดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ตารางบันทึกการเก็บข้อมูลต้นแสมขาวและต้นแสมดำ

ตารางภาคผนวก ข 1 เส้นรอบวง เส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงของต้นแสมขาว เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2560

ลำดับต้น	เส้นรอบวง, GBH (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลาง, DBH (เซนติเมตร)	ความสูง (เมตร)
1	36.00	11.46	8.66
2	24.30	7.73	7.70
3	35.90	11.43	9.79
4	25.80	8.21	5.83
5	27.60	8.79	6.75
6	30.80	9.80	10.56
7	28.30	9.01	10.03
8	42.00	13.37	10.79
9	38.50	12.25	9.04
10	28.80	9.17	8.62
11	42.20	13.43	11.36
12	37.50	11.94	8.28
13	20.50	6.53	6.75
14	21.70	6.91	6.51
15	42.30	13.46	11.20
16	18.80	5.98	5.29
17	31.20	9.93	9.53
18	28.40	9.04	6.89
19	42.10	13.40	10.73
20	36.10	11.49	9.94
21	45.00	14.32	12.51
22	35.50	11.30	9.06
23	24.40	7.77	8.48
24	24.80	7.89	7.86
25	18.20	5.79	6.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 1 เส้นรอบวง เส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงของต้นแสมขาว เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2560 (ต่อ)

ลำดับต้น	เส้นรอบวง, GBH (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลาง, DBH (เซนติเมตร)	ความสูง (เมตร)
26	31.95	10.17	8.89
27	33.00	10.50	9.09
28	19.80	6.30	7.65
29	22.30	7.10	7.98
30	18.20	5.79	7.50
31	18.30	5.83	7.01
32	39.70	12.64	11.20
33	46.40	14.77	14.36
34	22.80	7.26	6.49
35	33.70	10.73	8.22
36	39.00	12.41	11.06
37	43.00	13.69	12.73
38	36.00	11.46	8.93
39	23.30	7.42	6.58
40	28.20	8.98	8.37
41	35.00	11.14	9.26
42	22.00	7.00	8.09
43	25.80	8.21	8.56
44	31.80	10.12	11.54
45	29.90	9.52	9.67
ค่าเฉลี่ย	30.82	9.81	8.92
ค่าสูงสุด	46.40	14.77	14.36
ค่าต่ำสุด	18.20	5.79	5.29
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	8.15	2.59	1.98

หมายเหตุ

GBH หมายถึง ขนาดเส้นรอบวงที่ระดับอก (เหนือจากพื้นดิน 1.30 เมตร)

DBH หมายถึง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (เหนือจากพื้นดิน 1.30 เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 2 เส้นรอบวง เส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงของต้นแสมดำ เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2560

ลำดับต้น	เส้นรอบวง, GBH (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลาง, DBH (เซนติเมตร)	ความสูง (เมตร)
1	22.20	7.07	5.29
2	32.80	10.44	5.74
3	17.70	5.63	4.46
4	21.20	6.75	6.07
5	25.00	7.96	6.65
6	19.80	6.30	4.83
7	29.30	9.33	6.75
8	25.80	8.21	5.56
9	17.10	5.44	3.45
10	14.60	4.65	3.21
11	20.30	6.46	3.84
12	26.10	8.31	7.24
13	25.50	8.12	5.16
14	22.60	7.19	5.93
15	32.40	10.31	7.10
16	18.60	5.92	3.39
17	24.20	7.70	5.71
18	22.10	7.03	6.12
19	26.30	8.37	5.85
20	24.30	7.73	6.97
21	17.10	5.44	5.66
22	23.10	7.35	6.06
23	30.20	9.61	6.94
24	25.00	7.96	6.46
25	22.00	7.00	6.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 2 เส้นรอบวง เส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงของต้นแสมดำ เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2560 (ต่อ)

ลำดับต้น	เส้นรอบวง, GBH (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลาง, DBH (เซนติเมตร)	ความสูง (เมตร)
26	16.20	5.16	5.11
27	30.00	9.55	7.05
28	27.50	8.75	6.52
29	20.70	6.59	5.79
30	19.00	6.05	3.16
31	30.00	9.55	6.57
32	21.00	6.68	6.87
33	25.40	8.09	6.98
34	19.60	6.24	6.08
35	29.10	9.26	7.12
36	25.90	8.24	7.17
37	22.40	7.13	6.59
38	28.00	8.91	7.31
39	24.70	7.86	6.78
40	23.10	7.35	6.25
41	25.60	8.15	7.08
42	31.00	9.87	7.17
43	19.00	6.05	6.14
44	19.40	6.18	5.89
45	25.60	8.15	5.94
46	20.70	6.59	6.08
47	19.30	6.14	5.59
48	20.80	6.62	5.91
49	32.60	10.38	7.46
50	15.40	4.90	3.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 2 เส้นรอบวง เส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงของต้นแสมดำ เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2560 (ต่อ)

ลำดับต้น	เส้นรอบวง, GBH (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลาง, DBH (เซนติเมตร)	ความสูง (เมตร)
51	18.00	5.73	4.29
52	26.50	8.44	7.07
53	35.10	11.17	8.02
54	28.40	9.04	7.46
55	21.40	6.81	6.17
56	31.70	10.09	7.01
57	21.10	6.72	6.11
58	18.60	5.92	5.65
59	22.80	7.26	5.67
60	25.90	8.24	6.45
61	19.50	6.21	6.88
62	25.80	8.21	6.97
63	19.20	6.11	6.65
64	20.60	6.56	6.25
65	19.20	6.11	7.09
66	16.70	5.32	5.55
67	27.70	8.82	6.91
68	26.10	8.31	7.23
69	23.70	7.54	7.38
70	16.00	5.09	4.58
71	19.40	6.18	6.86
72	18.60	5.92	5.04
73	27.80	8.85	7.39
74	16.10	5.12	5.03
75	21.10	6.72	6.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 2 เส้นรอบวง เส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงของต้นแสมดำ เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2560 (ต่อ)

ลำดับต้น	เส้นรอบวง, GBH (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลาง, DBH (เซนติเมตร)	ความสูง (เมตร)
76	18.40	5.86	5.59
77	20.10	6.40	6.06
78	18.70	5.95	3.81
79	18.10	5.76	6.36
80	19.80	6.30	6.85
81	18.60	5.92	6.58
82	20.10	6.40	5.44
83	14.50	4.62	4.29
84	19.60	6.24	7.10
85	26.60	8.47	7.57
86	15.30	4.87	4.27
87	25.60	8.15	7.14
88	18.90	6.02	6.58
89	17.00	5.41	6.09
90	15.60	4.97	5.93
91	18.00	5.73	3.23
92	18.80	5.98	6.84
93	17.10	5.44	4.46
94	23.10	7.35	6.57
95	28.80	9.17	7.39
96	16.40	5.22	4.55
97	23.30	7.42	6.83
98	33.50	10.66	8.14
99	26.80	8.54	6.75
100	21.00	6.68	7.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 2 เส้นรอบวง เส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงของต้นแสมดำ เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2560 (ต่อ)

ลำดับต้น	เส้นรอบวง, GBH (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลาง, DBH (เซนติเมตร)	ความสูง (เมตร)
101	14.30	4.55	5.77
102	27.00	8.59	7.13
103	28.00	8.91	7.35
104	18.00	5.73	6.14
105	22.90	7.29	6.69
106	15.20	4.84	6.37
107	20.00	6.37	6.53
108	20.20	5.89	7.15
109	18.50	9.10	6.51
110	28.60	5.89	6.87
111	18.50	4.71	6.25
112	14.80	10.38	4.35
113	32.60	5.32	7.06
114	16.70	6.72	5.53
115	21.10	7.16	6.08
116	22.50	6.37	6.12
117	20.00	9.23	6.98
118	29.00	6.30	6.46
119	19.80	5.57	6.71
120	17.50	6.43	5.15
121	20.20	6.02	5.56
122	18.90	7.03	6.54
123	22.10	7.05	7.08
124	22.15	6.93	6.68
125	19.00	6.53	6.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 2 เส้นรอบวง เส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูงของต้นแสมดำ เก็บข้อมูลเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2560 (ต่อ)

ลำดับต้น	เส้นรอบวง, GBH (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลาง, DBH (เซนติเมตร)	ความสูง (เมตร)
126	20.50	7.32	5.88
127	23.00	6.56	6.07
128	20.60	4.93	6.58
129	15.50	5.73	6.47
130	18.00	5.41	5.84
131	17.00	6.37	6.08
132	20.00	5.73	6.41
133	18.00	5.09	6.29
134	16.00	10.12	5.94
135	31.80	7.00	7.87
136	22.00	7.00	6.96
137	22.00	7.32	6.51
138	23.00	11.84	6.74
139	37.20	9.55	7.56
140	30.00	8.12	7.98
141	25.50	9.55	7.14
142	30.00	8.75	7.56
143	27.50	10.54	7.32
144	33.10	6.53	7.88
145	20.50	7.15	5.89
ค่าเฉลี่ย	22.46	7.16	6.23
ค่าสูงสุด	37.20	11.84	8.14
ค่าต่ำสุด	14.30	4.55	3.16
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5.05	1.60	1.06

หมายเหตุ

GBH หมายถึง ขนาดเส้นรอบวงที่ระดับอก (เหนือจากพื้นดิน 1.30 เมตร)

DBH หมายถึง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (เหนือจากพื้นดิน 1.30 เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 3 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของลำต้นต้นแสมขาว จากการสุ่มแต่ละท่อน

ลำดับท่อน		T_1			T_2			T_3		
		น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น
1		200.30	105.42	90.00	7,029.30	3,677.69	91.13	1,043.25	598.49	74.31
2		179.90	95.93	87.53	4,658.65	2,497.50	86.53	633.75	377.00	68.10
3		138.40	74.58	85.57	3,144.10	1,674.85	87.72	583.95	344.00	69.75
4		130.50	70.21	85.87	-	-	-	533.20	317.26	68.06
5	5.1	102.85	54.68	88.09	-	-	-	319.50	194.10	64.61
	5.2							336.35	200.99	67.35
6	6.1	-	-	-	-	-	-	300.50	178.65	68.21
	6.2							258.35	159.15	62.33
7	7.1	-	-	-	-	-	-	391.10	227.23	72.12
	7.2							236.80	141.99	66.77

ตารางภาคผนวก ข 4 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของลำต้นต้นแสมดำ จากการสุ่มแต่ละท่อน

ลำดับท่อน	T_1			T_2			T_3		
	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น
1	235.70	137.69	74.18	5,025.55	2,889.70	73.91	551.40	339.90	62.22
2	166.85	98.75	69.01	4,055.40	2,392.55	69.50	481.00	297.74	61.55
3	159.00	92.81	71.32	2,641.60	1,540.78	71.45	328.05	197.60	66.02
4	128.90	75.91	69.81	-	-	-	271.25	163.67	65.73
5	134.70	77.83	73.07	-	-	-	268.65	163.46	64.35
6	-	-	-	-	-	-	221.50	129.58	70.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 5 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของกิ่งต้นแสมขาว จากการสุ่มตัวอย่าง

ลำดับท่อน	T_1			T_2			T_3		
	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น
กิ่งใน	168.35	91.48	84.03	2,500.80	1.340.03	86.62	472.70	280.61	68.45
กิ่งนอก	106.30	59.43	78.87	536.75	299.44	79.25	125.35	74.40	68.48

ตารางภาคผนวก ข 6 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของกิ่งต้นแสมดำ จากการสุ่มตัวอย่าง

ลำดับท่อน	T_1			T_2			T_3		
	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น
กิ่งใน	221.85	129.61	71.17	1,299.10	745.80	72.11	221.65	131.48	68.58
กิ่งนอก	90.35	44.49	103.08	562.15	311.38	80.54	137.35	76.12	80.44

ตารางภาคผนวก ข 7 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของใบต้นแสมขาวและต้นแสมดำ จากการสุ่มตัวอย่าง

ใบของแต่ละต้น	T_1			T_2			T_3		
	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	%ความชื้น
ต้นแสมขาว	605.28	209.07	189.51	1,177.50	469.03	151.05	605.33	227.03	166.63
ต้นแสมดำ	750.10	275.89	171.88	1,386.70	513.18	170.22	692.40	275.62	151.22

หมายเหตุ เปอร์เซ็นต์ความชื้นเทียบต่อน้ำหนักแห้ง

T_1 หมายถึง ต้นแสมขาวที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 14-24 เซนติเมตร ต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 14-21 เซนติเมตร

T_2 หมายถึง ต้นแสมขาวที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 25-35 เซนติเมตร ต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 22-29 เซนติเมตร

T_3 หมายถึง ต้นแสมขาวที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 36-46 เซนติเมตร ต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 30-37 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 8 ความเข้มข้นที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้น กิ่ง และใบของต้นแสมขาว

ตัวอย่าง	TC			IC			TOC (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)	TOC เฉลี่ย (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)
	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (mg)	%คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (mg)	%คาร์บอน		
T_1								
SW 1.1	50.40	49.63	42.47	50.80	50.03	0.00	42.47	43.43
	50.00	49.24	42.26	50.70	49.93	0.00	42.26	
SW 1.2	50.90	50.13	43.59	50.40	49.63	0.00	43.59	
	50.10	49.34	43.61	50.00	49.24	0.00	43.61	
SW 1.3	50.10	49.34	43.73	50.30	49.54	0.00	43.73	
	50.30	49.54	43.74	50.70	49.93	0.00	43.74	
SW 1.4	50.70	49.93	43.18	50.10	49.34	0.00	43.18	
	50.60	49.83	43.22	50.40	49.63	0.00	43.22	
SW 1.5	50.40	49.63	44.26	50.60	49.83	0.00	44.26	
	50.30	49.54	44.21	50.40	49.63	0.00	44.21	
BW 1.1	50.70	49.93	44.96	50.20	49.44	0.00	44.96	45.11
	50.50	49.73	44.74	50.10	49.34	0.00	44.74	
BW 1.2	50.60	49.83	45.35	50.60	49.83	0.00	45.35	
	50.30	49.54	45.39	50.30	49.54	0.00	45.39	
LW 1	50.90	50.13	43.83	50.60	49.83	0.00	43.83	43.89
	50.40	49.63	43.96	50.50	49.73	0.00	43.96	
T_2								
SW 2.1	50.80	50.03	46.87	50.50	49.73	0.00	46.87	48.33
	50.30	49.54	47.98	50.00	49.24	0.00	47.98	
SW 2.2	50.30	49.54	48.68	50.30	49.54	0.00	48.68	
	50.00	49.24	47.98	50.70	49.93	0.01	47.97	
SW 2.3	50.10	49.34	48.65	50.20	49.44	0.01	48.64	
	50.00	49.24	49.85	50.20	49.44	0.01	49.84	
BW 2.1	50.10	49.34	48.42	50.70	49.93	0.00	48.42	
	50.10	49.34	48.55	50.50	49.73	0.00	48.55	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 8 ความเข้มข้นที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้น กิ่ง และใบของต้นแสมขาว (ต่อ)

ตัวอย่าง	TC			IC			TOC (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)	TOC เฉลี่ย (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)
	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (mg)	%คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (mg)	%คาร์บอน		
BW 2.2	50.10	49.34	47.68	50.10	49.34	0.00	47.68	48.99
	50.60	49.83	49.81	50.40	49.63	0.00	49.81	
LW 2	50.10	49.34	49.82	50.20	49.44	0.00	49.82	50.13
	50.30	49.54	48.92	50.50	49.73	0.00	48.92	
T_3								
SW 3.1	50.80	50.03	47.79	50.80	50.03	0.00	47.79	47.12
	50.00	49.24	47.08	50.90	50.13	0.00	47.08	
SW 3.2	50.90	50.13	46.47	50.30	49.54	0.01	46.46	
	50.20	49.44	46.12	50.80	50.03	0.00	46.12	
SW 3.3	50.10	49.34	45.88	50.10	49.34	0.00	45.88	
	50.20	49.44	44.50	50.40	49.63	0.00	44.50	
SW 3.4	50.10	49.34	44.17	50.10	49.34	0.00	44.17	
	50.90	50.13	43.96	50.80	50.03	0.00	43.96	
SW 3.5.1	50.60	49.83	47.03	50.40	49.63	0.00	47.03	
	50.30	49.54	48.78	50.00	49.24	0.00	48.78	
SW 3.5.2	50.10	49.34	44.60	50.50	49.73	0.00	44.60	
	50.90	50.13	46.24	50.50	49.73	0.00	46.24	
SW 3.6.1	50.50	49.73	45.75	50.70	49.93	0.00	45.75	
	50.00	49.24	45.08	50.50	49.73	0.00	45.08	
SW 3.6.2	50.40	49.63	46.37	50.80	50.03	0.00	46.37	
	50.60	49.83	47.29	50.20	49.44	0.00	47.29	
SW 3.7.1	50.60	49.83	48.66	50.40	49.63	0.00	48.66	
	50.80	50.03	46.88	50.60	49.83	0.00	46.88	
SW 3.7.2	50.60	49.83	46.91	50.40	49.63	0.00	46.91	
	50.50	49.73	48.58	50.80	50.03	0.00	48.58	
BW 3.1	50.80	50.03	46.37	50.50	49.73	0.00	46.37	
	50.90	50.13	47.16	50.80	50.03	0.00	47.16	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 8 ความเข้มข้นที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้น กิ่ง และใบของต้นแสมขาว (ต่อ)

ตัวอย่าง	TC			IC			TOC (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)	TOC เฉลี่ย (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)
	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (mg)	%คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (mg)	%คาร์บอน		
BW 3.2	50.10	49.34	46.58	50.30	49.54	0.00	46.58	47.30
	50.40	49.63	46.20	50.80	50.03	0.00	46.20	
LW 3	50.40	49.63	46.66	50.60	49.83	0.00	46.66	46.61
	50.10	49.34	45.15	50.60	49.83	0.00	45.15	

หมายเหตุ เปอร์เซ็นต์คาร์บอนเทียบต่อน้ำหนักแห้ง

T_1 -T_3 หมายถึง ต้นแสมขาวที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกตามอันตรภาคชั้น

SW 1.1-SW 1.5 หมายถึง ลำต้นของต้นแสมขาวที่เส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 14-24 เซนติเมตร ท่อนที่ 1-5

SW 2.1-SW 2.3 หมายถึง ลำต้นของต้นแสมขาวที่เส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 25-35 เซนติเมตร ท่อนที่ 1-3

SW3.1-SW3.7.2 หมายถึง ลำต้นของต้นแสมขาวที่เส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 36-46 เซนติเมตร ท่อนที่ 1-7

BW 1.1-BW 1.2 หมายถึง กิ่งของต้นแสมขาวที่เส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 14-24 เซนติเมตร ท่อนส่วนในส่วนนอก

BW 2.1-BW 2.2 หมายถึง กิ่งของต้นแสมขาวที่เส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 25-35 เซนติเมตร ท่อนส่วนในและส่วนนอก

BW 3.1-BW 3.2 หมายถึง กิ่งของต้นแสมขาวที่เส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 36-46 เซนติเมตร ท่อนส่วนในและส่วนนอก

LW 1-3 หมายถึง ใบของต้นแสมขาวที่เส้นรอบวงระดับอกตามอันตรภาคชั้น

TOC หมายถึง ปริมาณรวมของคาร์บอนอินทรีย์ (Total Organic Carbon)

TC หมายถึง ปริมาณรวมของคาร์บอน (Total Carbon)

IC หมายถึง ปริมาณของคาร์บอนอนินทรีย์ (Inorganic Carbon)

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณรวมของคาร์บอนอินทรีย์ (TOC) ของต้นแสมขาว

$$TOC = TC - IC$$

$$TOC = (\%\ \text{คาร์บอนของ TC}) - (\%\ \text{คาร์บอนของ IC})$$

$$TOC = 42.47 - 0.00$$

$$TOC = 42.47$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ลำต้นของต้นแสมขาวที่เส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 14-24 เซนติเมตร ท่อนที่ 1 มีปริมาณรวมของคาร์บอนอินทรีย์เท่ากับร้อยละ 42.47 ต่อน้ำหนักแห้ง

ตารางภาคผนวก ข 9 ความเข้มข้นที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้น กิ่ง และใบของต้นแสมดำ

T_1								
ตัวอย่าง	TC			IC			TOC (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)	TOC เฉลี่ย (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)
	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (mg)	%คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (mg)	%คาร์บอน		
SB 1.1	50.30	49.54	45.82	50.00	49.24	0.00	45.82	44.65
	50.60	49.83	45.39	50.40	49.63	0.00	45.39	
SB 1.2	50.60	49.83	44.75	50.30	49.54	0.00	44.75	
	50.20	49.44	44.67	50.30	49.54	0.00	44.67	
SB 1.3	50.40	49.63	44.10	50.50	49.73	0.00	44.10	
	50.70	49.93	44.23	50.20	49.44	0.00	44.23	
SB 1.4	50.60	49.83	44.26	50.60	49.83	0.00	44.26	
	50.10	49.34	44.60	50.70	49.93	0.00	44.60	
SB 1.5	50.40	49.63	43.79	50.80	50.03	0.00	43.79	
	50.40	49.63	44.94	50.90	50.13	0.00	44.94	
BB 1.1	50.20	49.44	44.99	50.40	49.63	0.00	44.99	44.36
	50.60	49.83	45.28	50.40	49.63	0.02	45.26	
BB 1.2	50.70	49.93	43.36	50.80	50.03	0.02	43.34	
	50.60	49.83	43.84	50.20	49.44	0.01	43.83	
LB 1	50.10	49.34	44.00	50.80	50.03	0.00	44.00	44.01
	50.70	49.93	44.03	50.40	49.63	0.00	44.03	
T_2								
SB 2.1	50.40	49.63	48.17	50.30	49.54	0.00	48.17	47.34
	50.00	49.24	46.22	50.20	49.44	0.01	46.21	
SB 2.2	50.30	49.54	46.40	50.90	50.13	0.00	46.40	
	50.80	50.03	46.72	50.10	49.34	0.00	46.72	
SB 2.3	50.50	49.73	47.42	50.30	49.54	0.00	47.42	
	50.60	49.83	49.44	50.40	49.63	0.00	49.44	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 9 ความเข้มข้นที่กักเก็บไว้ในส่วนลำต้น กิ่ง และใบของต้นแสมดำ (ต่อ)

ตัวอย่าง	TC			IC			TOC (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)	TOC เฉลี่ย (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)
	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (mg)	%คาร์บอน	น้ำหนักตัวอย่าง (mg)	น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (mg)	%คาร์บอน		
BB 2.1	50.10	49.34	48.37	50.30	49.54	0.00	48.37	49.28
	50.90	50.13	49.10	50.40	49.63	0.00	49.10	
BB 2.2	50.60	49.83	49.99	50.50	49.73	0.00	49.99	
	50.20	49.44	49.66	50.10	49.34	0.00	49.66	
LB 2	50.10	49.34	48.52	50.30	49.54	0.00	48.52	47.45
	50.60	49.83	46.37	50.00	49.24	0.00	46.37	
T_3								
SB 3.1	50.80	50.03	42.76	50.70	49.93	0.00	42.76	41.82
	50.10	49.34	42.51	50.60	49.83	0.00	42.51	
SB 3.2	50.30	49.54	42.09	50.00	49.24	0.00	42.09	
	50.00	49.24	41.93	50.70	49.93	0.00	41.93	
SB 3.3	50.70	49.93	40.64	50.40	49.63	0.00	40.64	
	50.30	49.54	42.17	50.40	49.63	0.00	42.17	
SB 3.4	50.10	49.34	42.95	50.80	50.03	0.00	42.95	
	50.40	49.63	41.62	50.20	49.44	0.00	41.62	
SB 3.5	50.00	49.24	42.13	50.70	49.93	0.01	42.12	
	50.70	49.93	41.92	50.20	49.44	0.00	41.92	
SB 3.6	50.20	49.44	40.03	50.20	49.44	0.00	40.03	
	50.10	49.34	41.06	50.50	49.73	0.01	41.05	
BB 3.1	50.10	49.34	44.19	50.30	49.54	0.00	44.19	44.25
	50.70	49.93	45.55	50.60	49.83	0.00	45.55	
BB 3.2	50.30	49.54	44.49	50.60	49.83	0.00	44.49	
	50.60	49.83	42.75	50.70	49.93	0.00	42.75	
LB 3	50.40	49.63	44.35	50.70	49.93	0.00	44.35	44.33
	50.30	49.54	44.30	50.90	50.13	0.00	44.30	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ เปอร์เซ็นต์คาร์บอนเทียบต่อน้ำหนักแห้ง

T_1 -T_3 หมายถึง ต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกตามอันตรภาคชั้น

SB 1.1-SB 1.5 หมายถึง ลำต้นของต้นแสมดำที่เส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 14-21 เซนติเมตร ท่อนที่ 1-5

SB 2.1-SB 2.3 หมายถึง ลำต้นของต้นแสมดำที่เส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 22-29 เซนติเมตร ท่อนที่ 1-3

SB 3.1-SB 3.6 หมายถึง ลำต้นของต้นแสมดำที่เส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 30-37 เซนติเมตร ท่อนที่ 1-6

BB 1.1-BB 1.2 หมายถึง กิ่งของต้นแสมดำที่เส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 14-21 เซนติเมตร ท่อนส่วนในส่วนนอก

BB 2.1-BB 2.2 หมายถึง กิ่งของต้นแสมดำที่เส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 22-29 เซนติเมตร ท่อนส่วนในและส่วนนอก

BB 3.1-BB 3.2 หมายถึง กิ่งของต้นแสมดำที่เส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 30-37 เซนติเมตร ท่อนส่วนในและส่วนนอก

LB 1-3 หมายถึง ใบของต้นแสมดำที่เส้นรอบวงระดับอกตามอันตรภาคชั้น

TOC หมายถึง ปริมาณรวมของคาร์บอนอินทรีย์ (Total Organic Carbon)

TC หมายถึง ปริมาณรวมของคาร์บอน (Total Carbon)

IC หมายถึง ปริมาณของคาร์บอนอนินทรีย์ (Inorganic Carbon)

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณรวมของคาร์บอนอินทรีย์ (TOC) ของต้นแสมดำ

$$TOC = TC - IC$$

$$TOC = (\%\ \text{คาร์บอนของ TC}) - (\%\ \text{คาร์บอนของ IC})$$

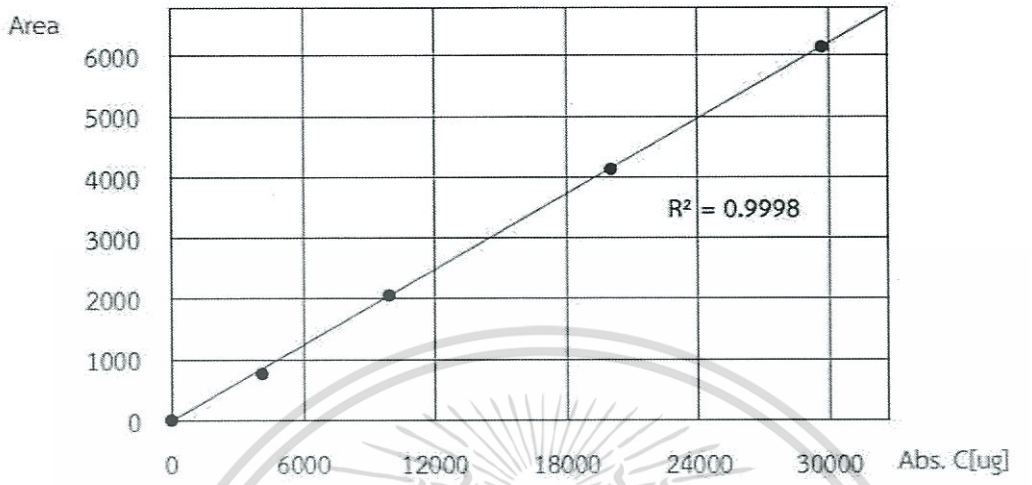
$$TOC = 45.82 - 0.00$$

$$TOC = 45.82$$

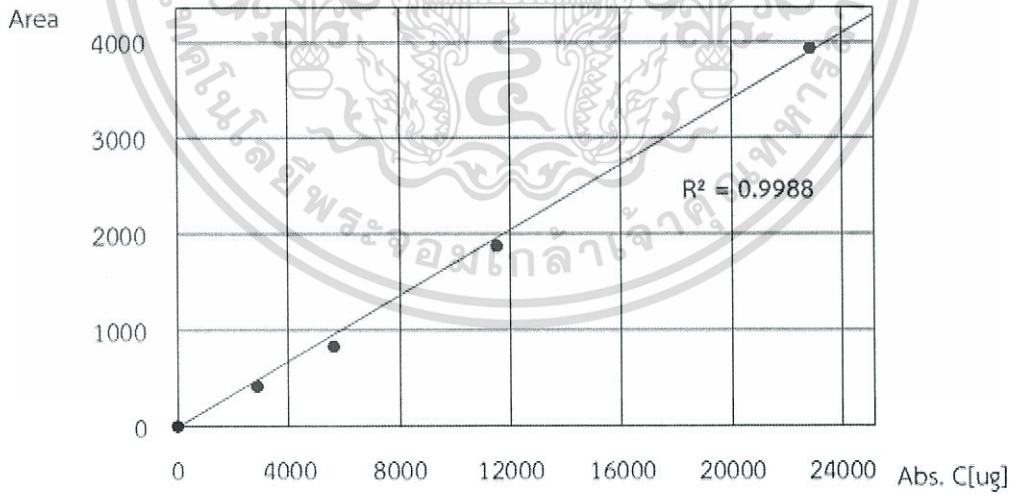
ดังนั้น ลำต้นของต้นแสมดำที่เส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 14-21 เซนติเมตร ท่อนที่ 1 มีปริมาณรวมของคาร์บอนอินทรีย์เท่ากับร้อยละ 45.82 ต่อน้ำหนักแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก ข 1 กราฟมาตรฐานการวิเคราะห์ปริมาณรวมของคาร์บอนอินทรีย์ส่วนของปริมาณรวมของคาร์บอน (TC) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่และความเข้มข้นในการดูดซึม (ug) โดยใช้กลูโคสเป็นสารมาตรฐาน



รูปภาคผนวก ข 2 กราฟมาตรฐานการวิเคราะห์ปริมาณรวมของคาร์บอนอินทรีย์ส่วนของปริมาณของคาร์บอนอนินทรีย์ (IC) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่และความเข้มข้นในการดูดซึม (ug) โดยใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นสารมาตรฐาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ตารางข้อมูลสำหรับคำนวณสมการแอลโลเมตรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ตารางข้อมูลสำหรับคำนวณสมการแอลโลเมตรี

ตารางภาคผนวก ค 1 ข้อมูลสำหรับคำนวณสมการแอลโลเมตรีส่วนลำต้น กิ่ง และใบของต้นแสมขาว

ต้นที่	น้ำหนักสด (kg)	น้ำหนักแห้ง (kg)	% ความชื้น (ต่อน้ำหนักแห้ง)	ความสูงของต้น (m)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)	DBH^2H (cm·m)
ส่วนของลำต้น						
T_1	10.30	5.50	87.41	6.11	5.79	204.83
T_2	38.60	20.48	88.46	10.03	9.01	814.24
T_3	93.30	55.48	68.16	11.20	13.46	2,029.12
ส่วนของกิ่ง						
T_1	5.65	3.11	81.45	6.11	5.79	204.83
T_2	15.40	9.51	82.94	10.03	9.01	814.24
T_3	32.15	19.08	68.47	11.20	13.46	2,029.12
ส่วนของใบ						
T_1	1.40	0.48	189.51	6.11	5.79	204.83
T_2	6.20	2.47	151.05	10.03	9.01	814.24
T_3	13.20	4.95	166.63	11.20	13.46	2,029.12

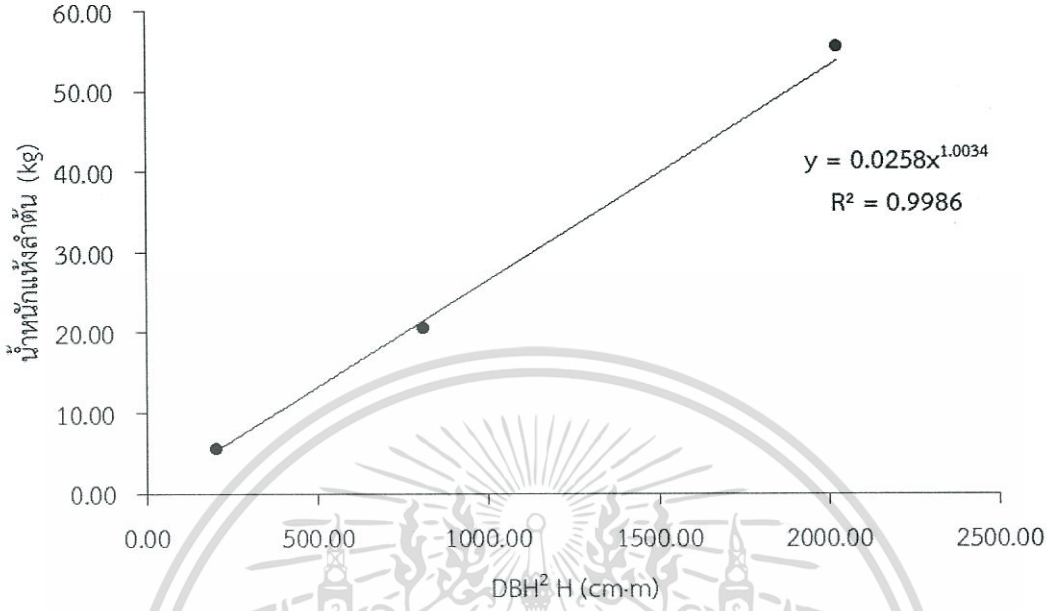
หมายเหตุ

T_1 -T_3 หมายถึง ต้นแสมขาวและต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกตามอันตรภาคชั้น

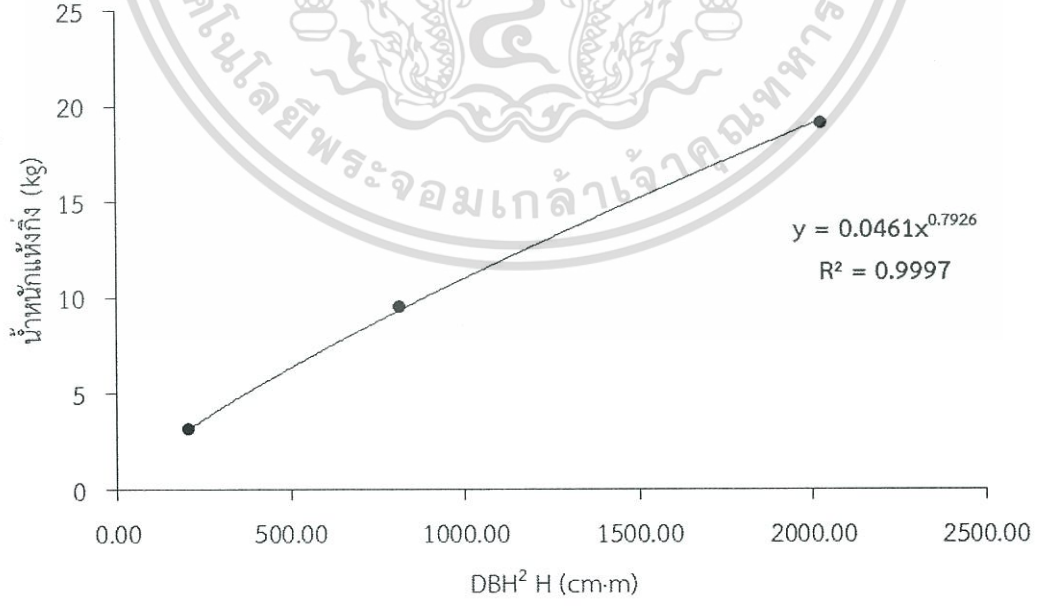
DBH^2H หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางยกกำลังสองคูณด้วยความสูงของแต่ละต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งของลำต้นทั้งหมดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี

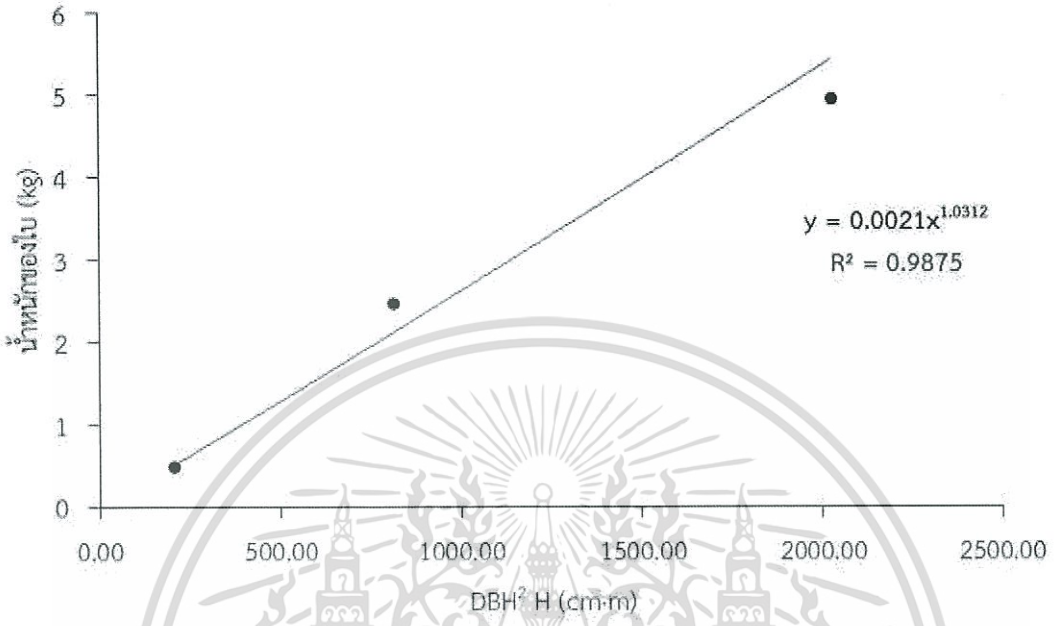


ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งของกิ่งทั้งหมดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งของใบทั้งหมดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี



ตารางภาคผนวก ค 2 ข้อมูลสำหรับคำนวณสมการแอลโลเมตรีทั้งหมดของต้นแสมขาว

ต้นที่	น้ำหนักสดของทั้งหมด (kg)	น้ำหนักแห้งของลำต้น (kg)	น้ำหนักแห้งของกิ่ง (kg)	น้ำหนักแห้งของใบ (kg)	น้ำหนักแห้งของทั้งหมด (kg)	ความสูงของต้น (m)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)	DBH^2H (cm·m)
T_1	17.35	5.50	3.11	0.48	9.09	6.11	5.79	204.83
T_2	38.60	20.48	9.51	2.47	32.46	10.03	9.01	814.24
T_3	138.65	55.48	19.08	4.95	79.51	11.20	13.46	2,029.12

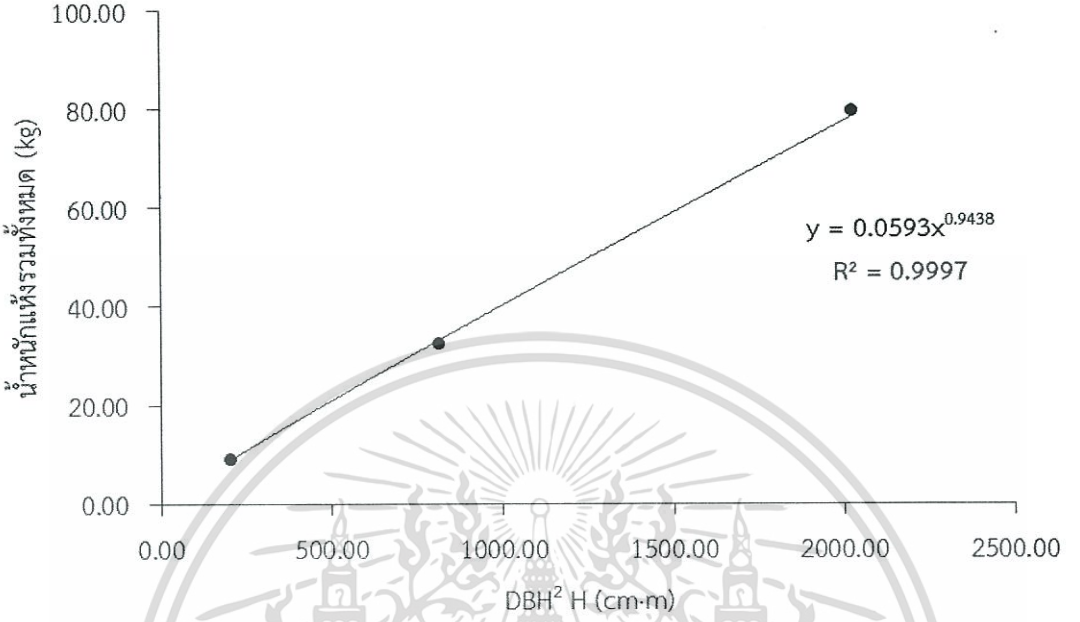
หมายเหตุ

T_1 -T_3 หมายถึง ต้นแสมขาวและต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกตามอันตรภาคชั้น

DBH^2H หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางยกกำลังสองคูณด้วยความสูงของแต่ละต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งของทั้งหมดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี



ตารางภาคผนวก ค 3 ข้อมูลสำหรับคำนวณสมการแอลโลเมตรีส่วนลำต้น กิ่ง และใบของต้นแสมดำ

ต้นที่	น้ำหนักสด (kg)	น้ำหนักแห้ง (kg)	% ความชื้น (ต่อน้ำหนักแห้ง)	ความสูงของต้น (m)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)	DBH^2H (cm·m)
ส่วนของลำต้น						
T_1	12.25	7.17	70.88	5.65	5.92	198.01
T_2	12.70	7.40	71.62	5.93	7.19	306.56
T_3	35.10	21.25	65.14	7.01	10.09	713.67
ส่วนของกิ่ง						
T_1	6.25	3.34	87.13	5.65	5.92	198.01
T_2	7.20	4.08	76.33	5.93	7.19	306.56
T_3	16.20	9.28	74.51	7.01	10.09	713.67
ส่วนของใบ						
T_1	2.70	0.99	171.88	5.65	5.92	198.01
T_2	3.45	1.28	170.22	5.93	7.19	306.56
T_3	7.15	2.85	151.22	7.01	10.09	713.67

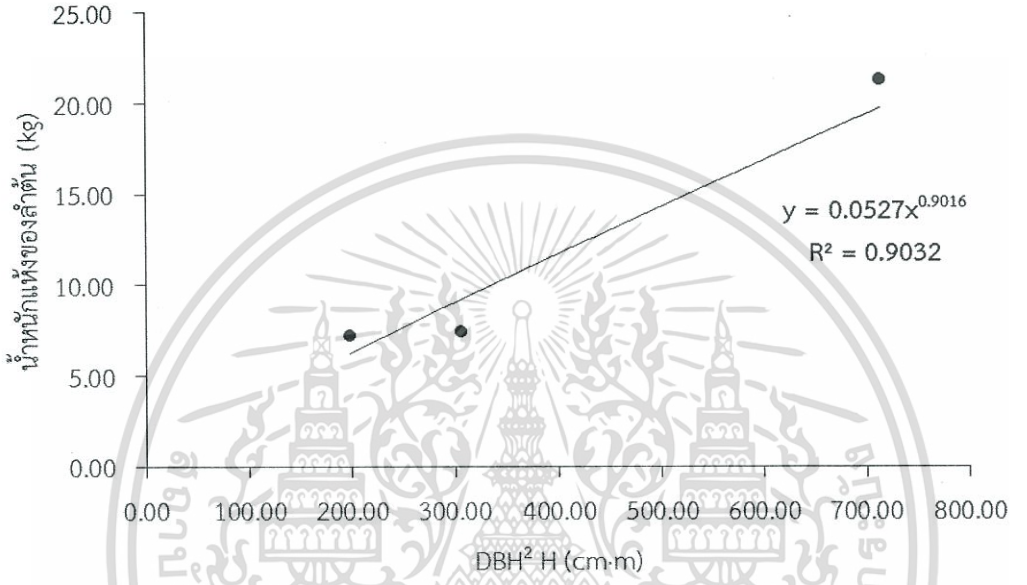
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

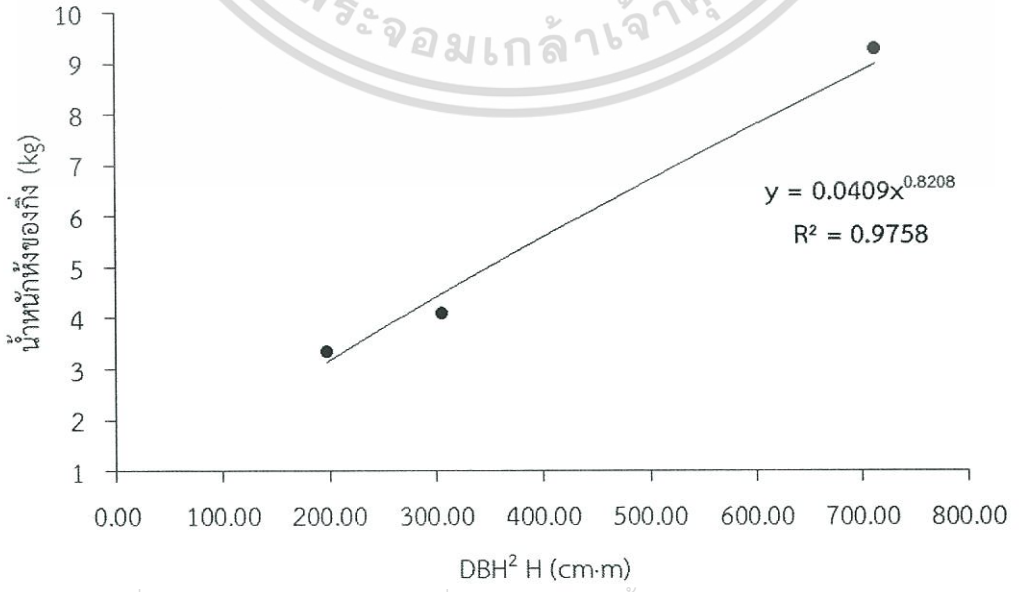
T_1 -T_3 หมายถึง ต้นแสมขาวและต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกตามอันตรภาคชั้น

DBH^2H หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางยกกำลังสองคูณด้วยความสูงของแต่ละต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งของลำต้นทั้งหมดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี

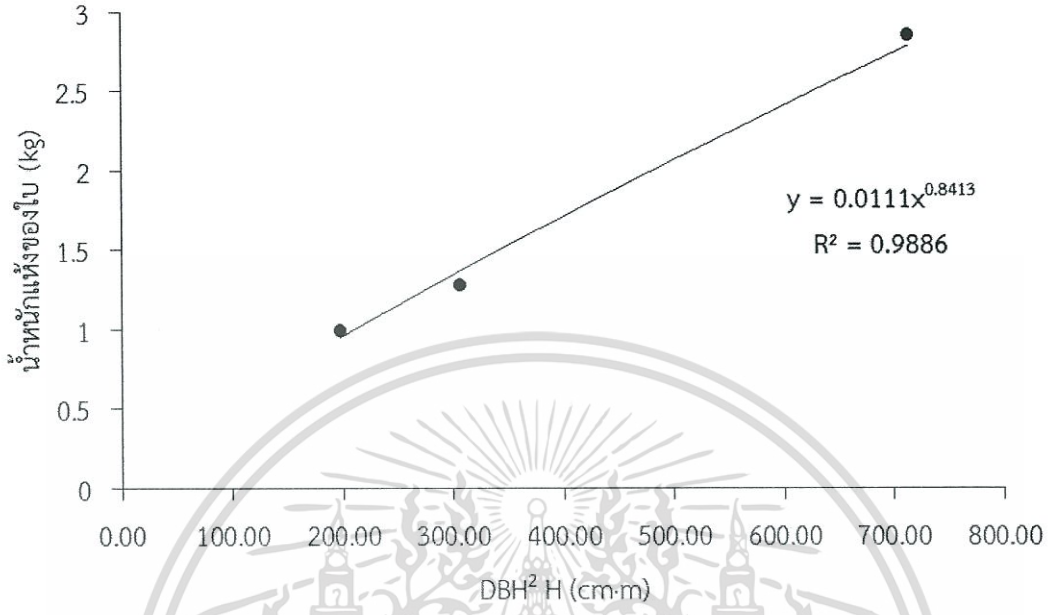


ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งของกิ่งทั้งหมดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งของใบทั้งหมดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี



ตารางภาคผนวก ค 4 ข้อมูลสำหรับคำนวณสมการแอลโลเมตริกทั้งหมดของต้นแสมดำ

ต้นที่	น้ำหนักสดของทั้งหมด (kg)	น้ำหนักแห้งของลำต้น (kg)	น้ำหนักแห้งของกิ่ง (kg)	น้ำหนักแห้งของใบ (kg)	น้ำหนักแห้งของทั้งหมด (kg)	ความสูงของต้น (m)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)	DBH^2H (cm·m)
T_1	21.20	7.17	3.34	0.99	11.50	5.65	5.92	198.01
T_2	23.35	7.40	4.08	1.28	12.76	5.93	7.19	306.56
T_3	58.45	21.25	9.28	2.85	33.38	7.01	10.09	713.67

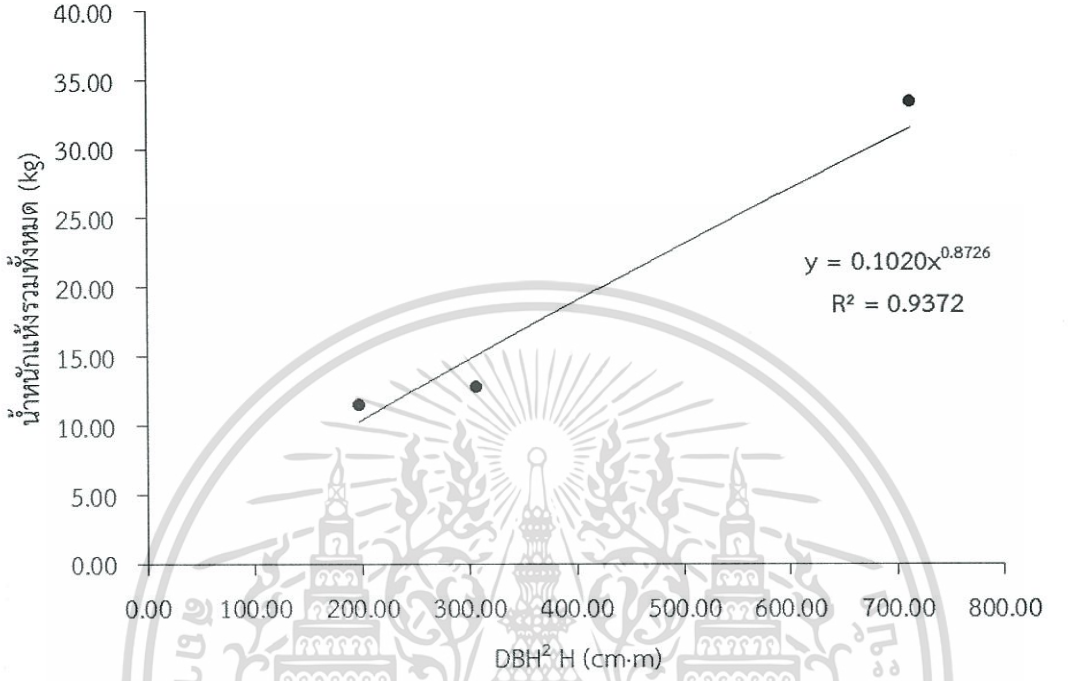
หมายเหตุ

T_1 -T_3 หมายถึง ต้นแสมขาวและต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกตามอันตรภาคชั้น

DBH^2H หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางยกกำลังสองคูณด้วยความสูงของแต่ละต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งของทั้งหมดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี



สมการแอลโลเมตรีสำหรับการประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน โดยนำกราฟที่พล็อตจากน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วนทั้งหมดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ได้สมการดังนี้

แสมขาว (*Avicennia alba*)

$W_s = 0.0258(DBH^2H)^{1.0034}$ $R^2 = 0.9986$

$W_b = 0.0461(DBH^2H)^{0.7926}$ $R^2 = 0.9997$

$W_l = 0.0021(DBH^2H)^{1.0312}$ $R^2 = 0.9875$

$W_t = 0.0593(DBH^2H)^{0.9438}$ $R^2 = 0.9997$

แสมดำ (*Avicennia officinalis*)

$W_s = 0.0527(DBH^2H)^{0.9016}$ $R^2 = 0.9032$

$W_b = 0.0409(DBH^2H)^{0.8208}$ $R^2 = 0.9758$

$W_l = 0.0111(DBH^2H)^{0.8413}$ $R^2 = 0.9886$

$W_t = 0.1020(DBH^2H)^{0.8726}$ $R^2 = 0.9372$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

W_s หมายถึง มวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัม)

W_b หมายถึง มวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัม)

W_l หมายถึง มวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัม)

W_t หมายถึง มวลชีวภาพของทั้งหมดส่วนเหนือดิน (กิโลกรัม)

DBH^2H หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (เซนติเมตร^2·เมตร)

ตัวอย่างการคำนวณประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน

นำสมการที่ได้จากการพล็อตกราฟระหว่างน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วนทั้งหมดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของต้นแสมขาวที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 14-24 เซนติเมตรหรือต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 14-21 เซนติเมตร จะได้สมการข้างต้น

แสมขาว (*Avicennia alba*) $W_s = 0.0258(DBH^2H)^{1.0034}$ $R^2 = 0.9986$

$W_s = 0.0258(204.83)^{1.0034}$

$W_s = 5.38$ กิโลกรัม

แสมดำ (*Avicennia officinalis*) $W_s = 0.0527(DBH^2H)^{0.9016}$ $R^2 = 0.9032$

$W_s = 0.0527(198.01)^{0.9016}$

$W_s = 6.20$ กิโลกรัม

ตารางภาคผนวก ค 5 ข้อมูลปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในส่วนลำต้น กิ่ง และใบของต้นแสมขาว

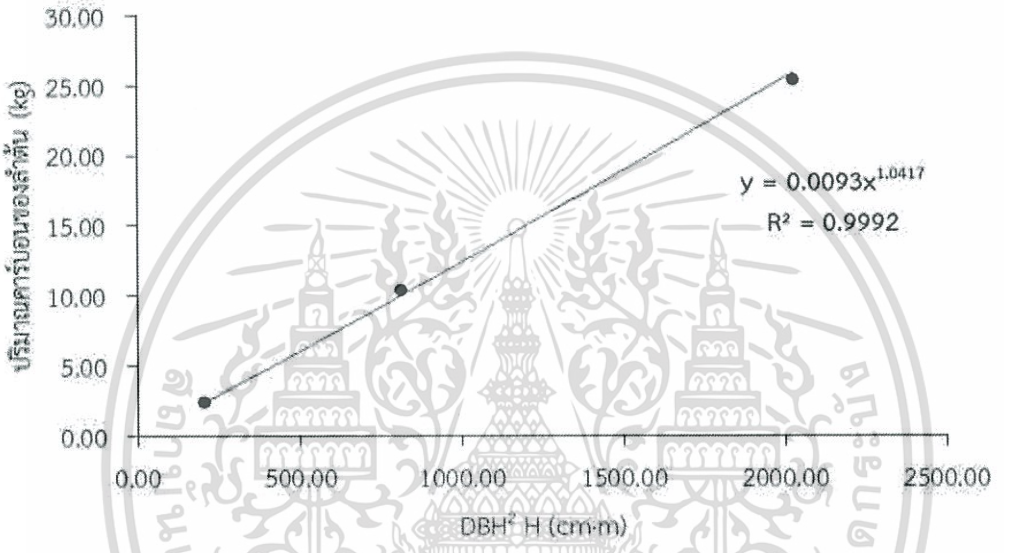
ต้นที่	TOC เฉลี่ย (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)	ปริมาณมวลชีวภาพ (kg)	ปริมาณคาร์บอน (kg)	DBH^2H (cm·m)
ส่วนของลำต้น				
T_1	43.43	5.38	2.34	204.83
T_2	48.33	21.49	10.39	814.24
T_3	47.12	53.72	25.31	2,029.12
ส่วนของกิ่ง				
T_1	45.11	3.13	1.41	204.83
T_2	48.99	9.35	4.58	814.24
T_3	47.30	19.28	9.12	2,029.12
ส่วนของใบ				
T_1	43.89	0.51	0.22	204.83
T_2	50.13	2.11	1.06	814.24
T_3	46.61	5.40	2.52	2,029.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

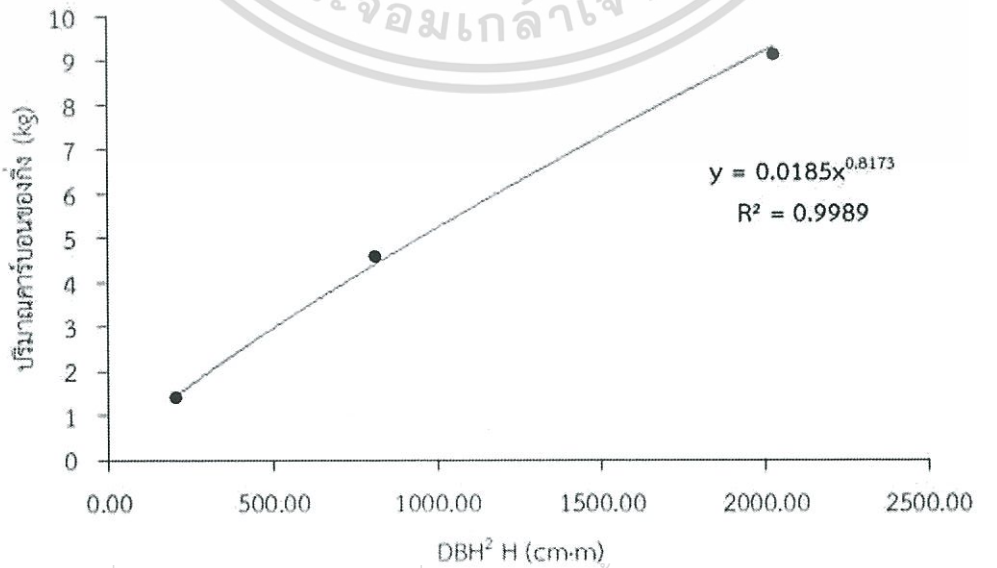
หมายเหตุ

T_1 -T_3	หมายถึง ต้นแสมขาวและต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกตามอันตรภาคชั้น
TOC	หมายถึง ปริมาณรวมของคาร์บอนอินทรีย์ (Total Organic Carbon)
DBH^2H	หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางยกกำลังสองคูณด้วยความสูงของแต่ละต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของลำต้นกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี

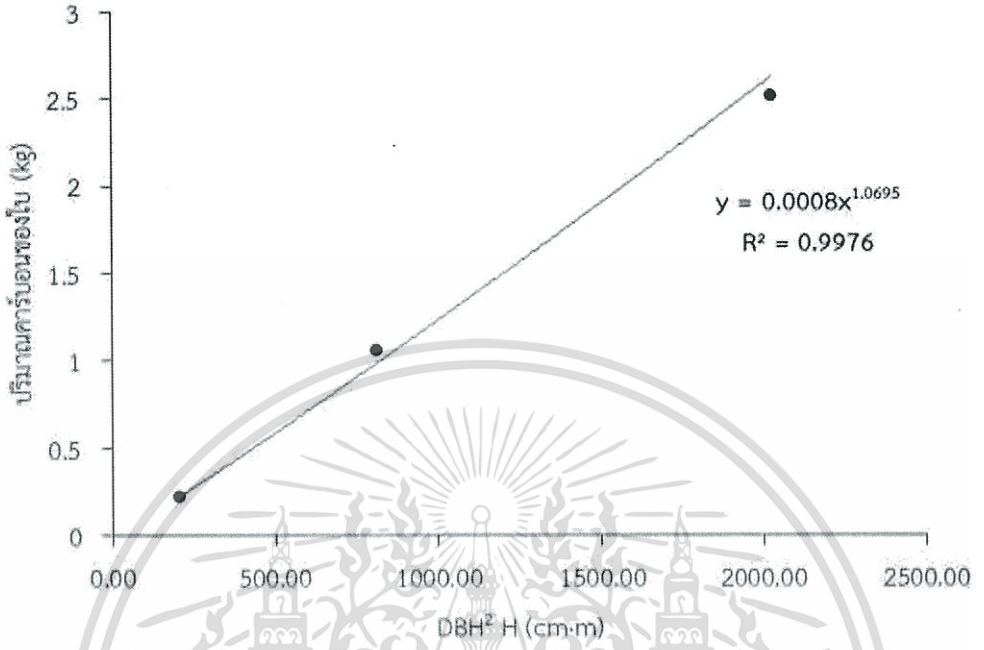


ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของกิ่งกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของใบกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ จังหวัดชลบุรี



ตารางภาคผนวก ค 6 ข้อมูลปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในทุกส่วนทั้งหมดของต้นแสมขาว

ต้นที่	ปริมาณคาร์บอนของลำต้น (kg)	ปริมาณคาร์บอนของกิ่ง (kg)	ปริมาณคาร์บอนของใบ (kg)	ปริมาณคาร์บอนของทั้งหมด (kg)	DBH^2H (cm·m)
T_1	2.34	1.41	0.22	3.97	204.83
T_2	10.39	4.58	1.06	16.03	814.24
T_3	25.31	9.12	2.52	36.95	2,029.12

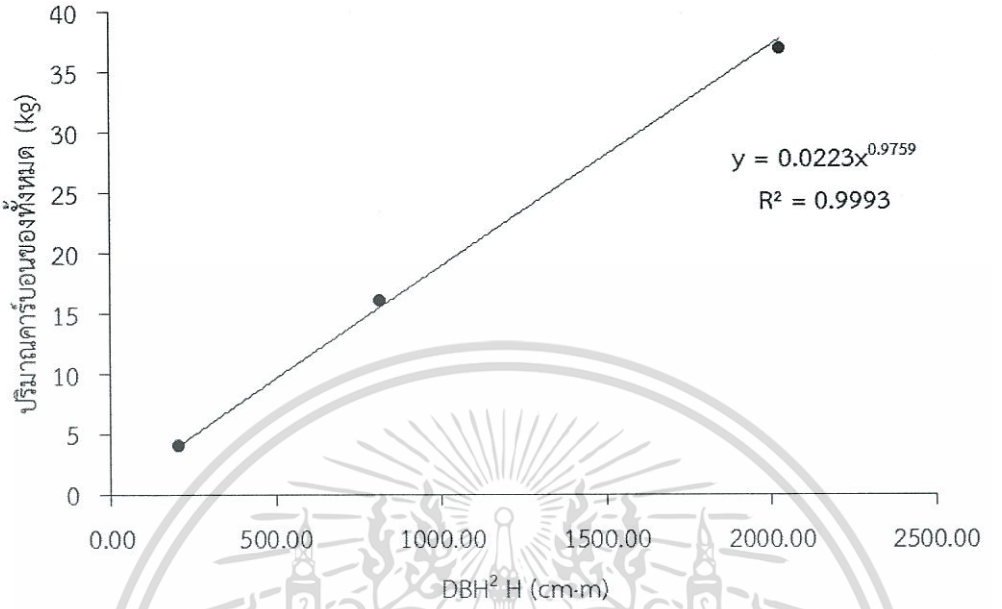
หมายเหตุ

T_1 -T_3 หมายถึง ต้นแสมขาวและต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกตามอันตรภาคชั้น

DBH^2H หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางยกกำลังสองคูณด้วยความสูงของแต่ละต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของทุกส่วนทั้งหมดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ จังหวัดชลบุรี



ตารางภาคผนวก ค 7 ข้อมูลปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในส่วนลำต้น กิ่ง และใบของต้นแสมดำ

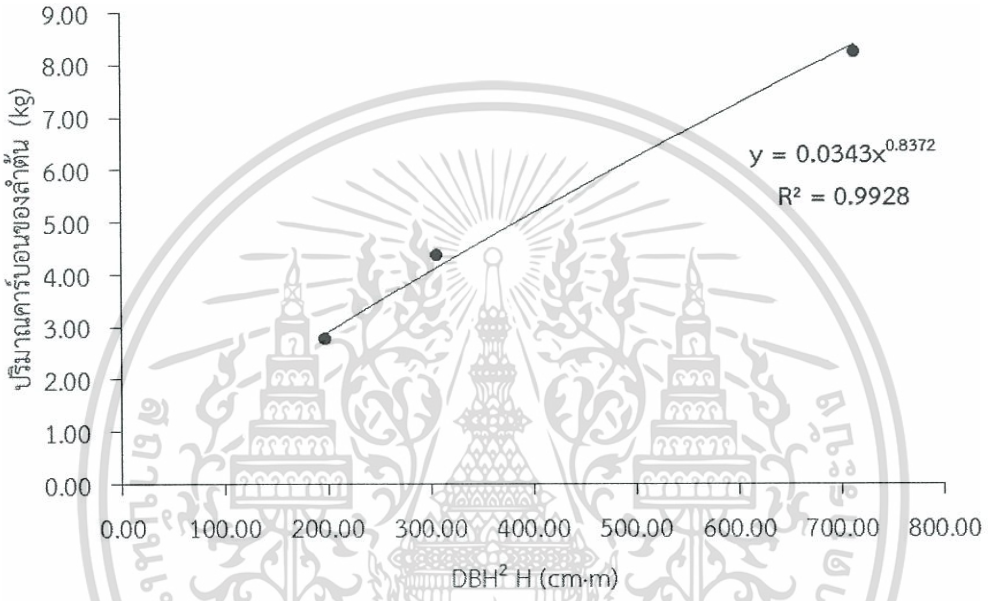
ต้นที่	TOC เฉลี่ย (ร้อยละ/น้ำหนักแห้ง)	ปริมาณมวลชีวภาพ (kg)	ปริมาณคาร์บอน (kg)	DBH^2H (cm·m)
ส่วนของลำต้น				
T_1	44.65	6.20	2.77	198.01
T_2	47.34	9.20	4.36	306.56
T_3	41.82	19.70	8.24	713.67
ส่วนของกิ่ง				
T_1	44.36	3.14	1.39	198.01
T_2	49.28	4.49	2.21	306.56
T_3	44.25	8.99	3.98	713.67
ส่วนของใบ				
T_1	44.01	0.95	0.42	198.01
T_2	47.45	1.37	0.65	306.56
T_3	44.33	2.79	1.24	713.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

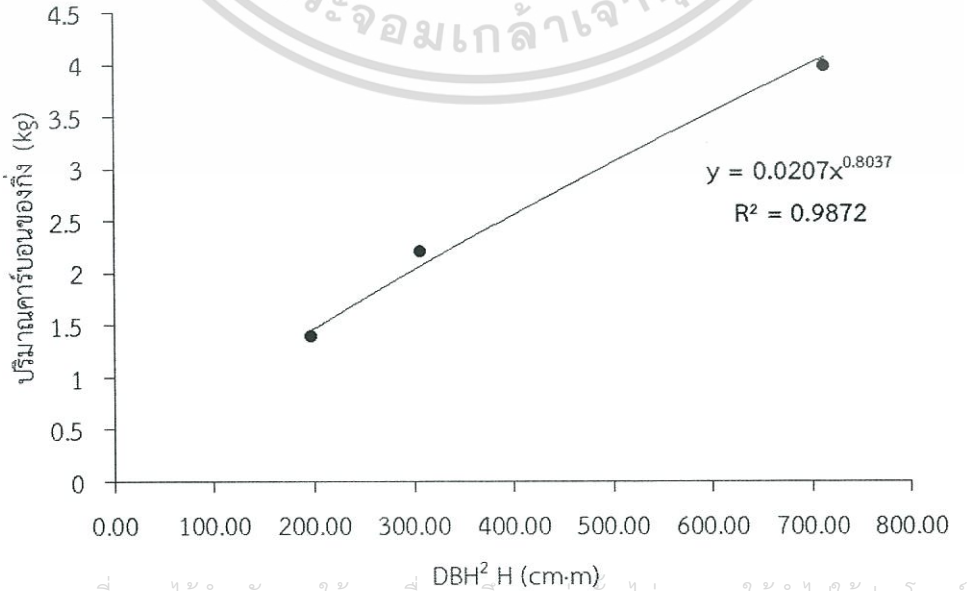
หมายเหตุ

T_1 -T_3	หมายถึง ต้นแสมขาวและต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกตามอันตรภาคชั้น
TOC	หมายถึง ปริมาณรวมของคาร์บอนอินทรีย์ (Total Organic Carbon)
DBH^2H	หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางยกกำลังสองคูณด้วยความสูงของแต่ละต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของลำต้นกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี

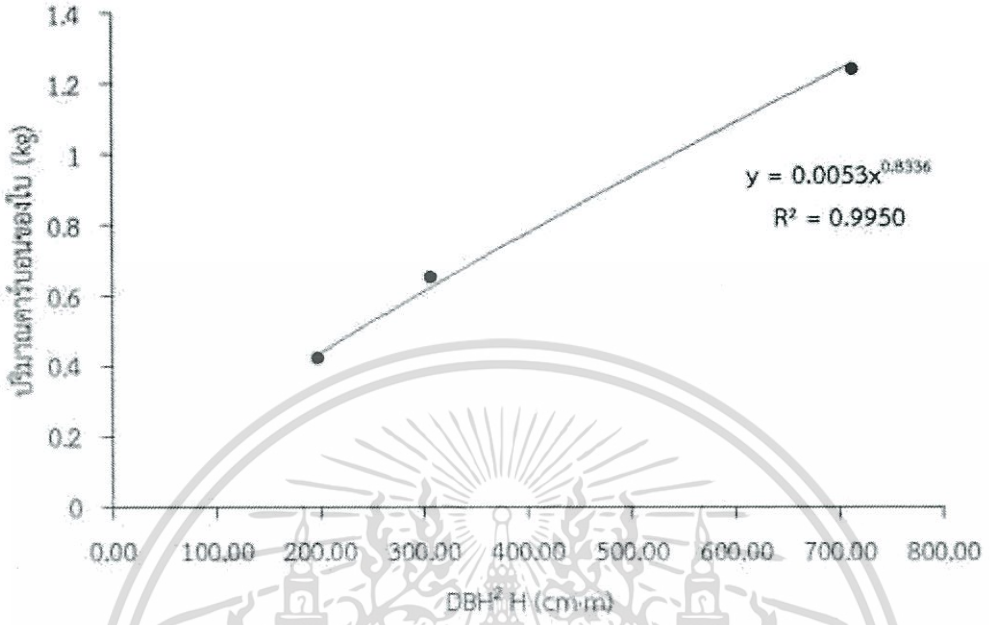


ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของกิ่งกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของใบกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี



ตารางภาคผนวก ค 8 ข้อมูลปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในทุกส่วนทั้งหมดของต้นแสมดำ

ต้นที่	ปริมาณคาร์บอนของลำต้น (kg)	ปริมาณคาร์บอนของกิ่ง (kg)	ปริมาณคาร์บอนของใบ (kg)	ปริมาณคาร์บอนของทั้งหมด (kg)	DBH^2H (cm·m)
T_1	2.77	1.39	0.42	4.58	198.01
T_2	4.36	2.21	0.65	7.22	306.56
T_3	8.24	3.98	1.24	13.46	713.67

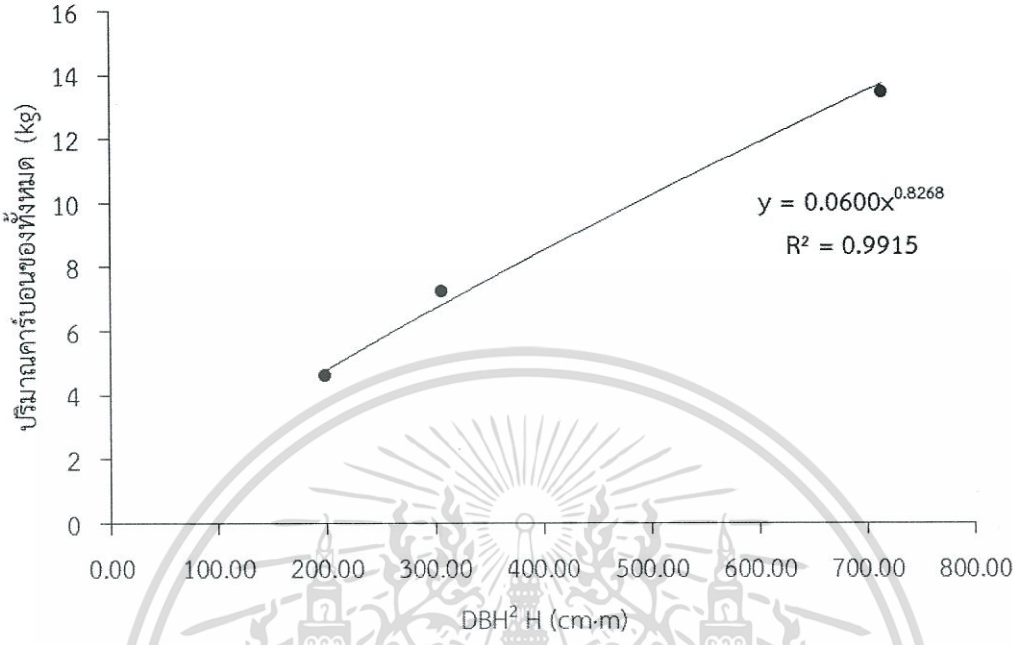
หมายเหตุ

T_1 -T_3 หมายถึง ต้นแสมขาวและต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกตามอันตรภาคชั้น

DBH^2H หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางยกกำลังสองคูณด้วยความสูงของแต่ละต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนของทุกส่วนทั้งหมดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ในพื้นที่ศูนย์การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ป่าชายเลน ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี



สมการแอลโลเมตรีสำหรับการประมาณการกักเก็บคาร์บอน โดยนำกราฟที่พล็อตจากปริมาณคาร์บอนของแต่ละส่วนทั้งหมดกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของแต่ละต้น T_1- T_3 ได้สมการดังนี้

แสมขาว (*Avicennia alba*)

$C_s = 0.0093(DBH^2H)^{1.0417}$ $R^2 = 0.9992$

$C_b = 0.0185(DBH^2H)^{0.8173}$ $R^2 = 0.9989$

$C_l = 0.0008(DBH^2H)^{1.0695}$ $R^2 = 0.9976$

$C_t = 0.0223(DBH^2H)^{0.9759}$ $R^2 = 0.9993$

แสมดำ (*Avicennia officinalis*)

$C_s = 0.0343(DBH^2H)^{0.8372}$ $R^2 = 0.9928$

$C_b = 0.0207(DBH^2H)^{0.8037}$ $R^2 = 0.9872$

$C_l = 0.0053(DBH^2H)^{0.8336}$ $R^2 = 0.9950$

$C_t = 0.0600(DBH^2H)^{0.8268}$ $R^2 = 0.9915$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

C_s หมายถึง การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของลำต้น (กิโลกรัม)

C_b หมายถึง การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของกิ่ง (กิโลกรัม)

C_l หมายถึง การกักเก็บคาร์บอนในส่วนของใบ (กิโลกรัม)

C_t หมายถึง การกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของส่วนเหนือดิน (กิโลกรัม)

DBH^2H หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (เซนติเมตร^2·เมตร)

ตัวอย่างการคำนวณประมาณการกักเก็บคาร์บอน

นำสมการที่ได้จากการพล็อตกราฟระหว่างปริมาณคาร์บอนของแต่ละส่วนทั้งหมดกับขนาดที่เส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูง (H) ของต้นแสมขาวที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 14-24 เซนติเมตรหรือต้นแสมดำที่มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกอยู่ระหว่าง 14-21 เซนติเมตร จะได้สมการข้างต้น

แสมขาว (*Avicennia alba*) $C_s = 0.0093(DBH^2H)^{1.0417}$ $R^2 = 0.9992$

$C_s = 0.0093(204.83)^{1.0417}$

$C_s = 2.38$ กิโลกรัม

แสมดำ (*Avicennia officinalis*) $C_s = 0.0343(DBH^2H)^{0.8372}$ $R^2 = 0.9928$

$C_s = 0.0343(198.01)^{0.8372}$

$C_s = 2.87$ กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้