การสร้างรากฝอยในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด

นางสาวธัญลักษณ์ เจริญพรภักดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FINE-ROOT PRODUCTION IN SECONDARY MANGROVE FOREST, TRAT PROVINCE

Miss Thanyalak Charoenphonphakdi

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Botany

Department of Botany

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสร้างรากฝอยในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด
โดย	นางสาวธัญลักษณ์ เจริญพรภักดี
สาขาวิชา	พฤกษศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิธร พ่วงปาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต่อศักดิ์ สีลานันท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิธร พ่วงปาน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.อัญชลี ใจดี)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.ทนุวงศ์ แสงเทียน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ธัญลักษณ์ เจริญพรภักดี : การสร้างรากฝอยในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด (FINE-ROOT PRODUCTION IN SECONDARY MANGROVE FOREST, TRAT PROVINCE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.ศศิธร พ่วงปาน, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ดร.พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์, 155 หน้า.

พืชป่าชายเลนมีการเคลื่อนย้ายมวลชีวภาพไปสะสมในรากเป็นปริมาณมาก เป็นเหตุให้รากมีความสำคัญต่อการประมาณค่าผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิในระบบนิเวศป่าชายเลน หากแต่รากฝอย (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 มม.) ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนสูงกว่า 50% ของมวลชีวภาพรากทั้งหมดนั้นยังมีการศึกษาอยู่น้อย การศึกษาครั้งนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาการสร้างรากฝอยของป่าชายเลนรุ่นสอง บริเวณปากแม่น้ำตราด ในแปลงศึกษาถาวรขนาด 50×120 ตร.ม. ที่พบการแบ่งเขตพันธุ์ไม้จากริมฝั่งเข้าไปในแผ่นดินตามลำดับ ได้แก่ เขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูน โดยการศึกษามวลชีวภาพรากใต้ดินด้วย soil core พบว่ามวลชีวภาพรากมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือไม้แสม และไม้ตะบูน ซึ่งสัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ มีความแตกต่างกันในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ศึกษาผลผลิตรากฝอยด้วยวิธี ingrowth core ทุก ๆ 2 เดือน เป็นเวลา 1 ปี (เดือนกุมภาพันธ์ 2556 ถึง 2557) พบว่ามวลชีวภาพรากฝอยที่ถูกสร้างขึ้นภายใน ingrowth core ในเขตไม้แสมมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 2 เดือนแรกของการทดลอง จากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ขณะที่มวลชีวภาพรากฝอยในเขตไม้โกงกางและไม้ตะบูนเพิ่มขึ้นอย่างช้าในช่วงแรก แล้วมีค่าสูงขึ้นอย่างมากเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เมื่อรากเหล่านี้ตายลงจะเกิดการสะสมของซากรากขึ้นภายใน ingrowth core ซึ่งมวลซากรากที่สะสมภายใน ingrowth core มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากริมฝั่งแม่น้ำ อีกทั้งยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมวลชีวภาพรากฝอยที่พบภายใน ingrowth coregr เพิ่มขึ้นในเขตไม้โกงกางและไม้ตะบูน อัตราการผลิตรากฝอยที่คำนวณได้แสดงให้เห็นว่าในช่วงระยะเวลา 1 ปีที่ศึกษา อัตราการผลิตรากฝอยมีค่าลดลงในเขตไม้แสมแต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเขตไม้โกงกางและไม้ตะบูน คิดเป็นผลผลิตรากฝอยในรอบปีมีค่าเท่ากับ 428.80 1659.27 และ 1254.71 กรัม/ตร.ม. ในเขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าผลผลิตรากที่ได้จากการประมาณโดยสมการแอลโลเมตรี ความแตกต่างของมวลชีวภาพ มวลซากราก รวมทั้งอัตราการผลิตรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้สามารถอธิบายได้จากลักษณะสัณฐานวิทยาของรากพืชแต่ละชนิด โครงสร้างป่า ตลอดจนปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ต่างกันในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ โดยพบว่าผลผลิตรากฝอยมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิและความหนาแน่นรวมของดิน อัตราการเวียนกลับของรากฝอยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้ตะบูน (1.49 รอบ/ปี) โดยมีค่าเท่ากับ 1.15 และ 0.98 รอบ/ปี ในเขตไม้โกงกาง และไม้แสม ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าอัตราการผลิตรากฝอยในป่าชายเลนมีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับระบบนิเวศป่าบก อีกทั้งยังแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของคาร์บอนในรากฝอยที่มีต่อการหมุนเวียนคาร์บอนในป่าชายเลน

ภาควิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2557 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5472828023 : MAJOR BOTANY
KEYWORDS: FINE-ROOT / PRODUCTION / MANGROVE / ZONATION

THANYALAK CHAROENPHONPHAKDI: FINE-ROOT PRODUCTION IN SECONDARY MANGROVE FOREST, TRAT PROVINCE. ADVISOR: ASST. PROF.SASITORN POUNGPARN, Ph.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF.PIPAT PATANAPONPAIBOON, Ph.D., 155 pp.

Mangroves allocate large biomass to their roots, thus the roots are important for estimating of net primary production in the mangrove ecosystem. Fine root (≤ 2 mm in diameter) shared more than 50% of total root biomass. However, the study on fine root is still very scarce. The objective of this study is to estimate fine root production in three vegetation zones; *Avicennia*, *Rhizophora*, and *Xylocarpus* zone of a secondary mangrove forest by using a permanent plot of size 50×120 m^2 locating on an estuary of the Trat River. Below-ground root biomass was studied by using soil core. The results showed that the proportions of root biomass among diameter classes were significantly different by zone. Fine root production was estimated by using ingrowth core method. The root biomass and necromass were harvested from the cores and calculated as root production at 2 months interval for 1 year (from February 2013 to 2014).The results showed that biomass of the fine root was drastically increased during the first two months of the experiment, then slightly increased in the *Avicennia* zone. For the other zones, in contrast, the fine root biomass was gradually increased at the beginning of the experiment and sharply increased at the end of the experiment. Accumulated root necromass was higher in the inland zones than that in the zone adjacent to the river. It increased with the increasing of fine root biomass in the *Rhizophora*, and *Xylocarpus* zones. The fine root production tended to decrease in the *Avicennia* zone, but increase in the *Rhizophora,* and *Xylocarpus* zones during 1 year. The annual production of fine root was 428.80, 1659.27 and 1254.71 g/m^2 for the *Avicennia, Rhizophora*, and *Xylocarpus* zone, respectively. They were higher than those estimated by using an allometric equation. Generally, the variation of root biomass, necromass, and production among the zones were explained by the difference in root morphology, forest structure, and environmental factors. The fine root biomass negatively correlated with the soil temperature and bulk density. Rate of fine root turnover was highest in the *Xylocarpus* zone (1.49 y^{-1}). It was 1.15 and 0.98 y^{-1} for the *Rhizophora* and *Avicennia* zone, respectively. This study indicated that the mangrove forest showed higher production of fine root than the upland forests. It also supports contribution of the fine root to carbon cycling in the mangrove forest.

Department:	Botany	Student's Signature	.....
Field of Study:	Botany	Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2014	Co-Advisor's Signature	.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาของผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ผู้เขียนขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิธร พ่วงปาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้ให้ความช่วยเหลือตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ ตลอดการทำวิทยานิพนธ์ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ต่อศักดิ์ สีลานันท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร. อัญชลี ใจดี ดร. ทนุวงศ์ แสงเทียน ที่กรุณาเสียสละเวลาในการเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์อีกทั้งให้คำแนะนำในการตรวจแก้วิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) สำหรับทุนการศึกษา

ขอขอบคุณทุนพัฒนานักวิจัย รหัสโครงการ RES5712123024 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการทำวิจัย (สกว.) สำหรับเงินทุนสนับสนุนการทำวิจัย

ขอขอบคุณ คุณสมานใจ มั่นศิลป์ และเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยทรัพยากรป่าชายเลน (ตราด) กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่เอื้อเฟื้อสถานที่และให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนามตลอดการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณหน่วยปฏิบัติการวิจัยพฤกษนิเวศวิทยา ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อำนวยความสะดวกเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้

ขอขอบคุณพี่ ๆ และเพื่อน ๆ ที่คอยให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ และกรุณาสละเวลาให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

ขอขอบคุณครอบครัวที่คอยสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน ตลอดจนความห่วงใยและเป็นกำลังใจให้เสมอมา จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 15
1.1 วัตถุประสงค์ 16
ศึกษาผลผลิตรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ของระบบนิเวศป่าชายเลน ในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด 16
1.2 สมมติฐาน 16
1.3 ขอบเขตการศึกษา 17
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 17
บทที่ 2 การตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18
2.1 ป่าชายเลน 18
2.1.1 ประเภทของป่าชายเลน 18
2.1.2 ลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลน 19
2.2 ผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิ (net primary production; NPP) 24
2.3 มวลชีวภาพราก (root biomass) 27
2.4 รากฝอย (fine root) 27
2.5 อัตราการเวียนกลับของรากฝอย 28
2.6 ผลผลิตรากฝอย 29
2.6.1 วิธีการศึกษาผลผลิตรากฝอย 29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

2.6.2 การคำนวณผลผลิตรากฝอย 31
2.7 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตรากฝอย 31
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา 35
3.1 พื้นที่ศึกษา 35
3.3 โครงสร้างป่า 38
3.4 ประมาณมวลชีวภาพรากใต้ดินโดยใช้สมการแอลโลเมตรีทั่วไป 39
3.5 มวลชีวภาพรากใต้ดินเมื่อเริ่มทำการทดลอง 40
3.6 ผลผลิตรากฝอย 40
3.6.1 การเตรียม ingrowth core 40
3.6.2 การฝัง ingrowth core 40
3.6.3 การเก็บ ingrowth core 41
3.6.4 คำนวณผลผลิตและอัตราการเวียนกลับรากฝอย 41
3.7 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม 44
3.8 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 45
บทที่ 4 ผลการศึกษา 48
4.1 โครงสร้างป่า 48
4.2 การประมาณมวลชีวภาพรากด้วยวิธีแอลโลเมตรี 55
4.3 การศึกษามวลชีวภาพรากเมื่อเริ่มทำการทดลอง 56
4.4 ผลผลิตรากฝอย 60
4.5 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม 73
บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา 86
5.1 โครงสร้างป่า 86
5.2 การประมาณมวลชีวภาพรากด้วยวิธีแอลโลเมตรี 87

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

5.3 มวลชีวภาพรากใต้ดินเมื่อเริ่มทำการทดลอง 88
5.4 มวลชีวภาพรากฝอยและมวลชีวภาพรากที่พบภายใน ingrowth core ของแต่ละเขตพันธุ์ไม้ 90
5.5 ผลผลิตรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ 93
5.6 อัตราการเวียนกลับของราก 94
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา 98
1. โครงสร้างป่า 98
2. มวลชีวภาพรากและมวลซากราก 98
3. ผลผลิตราก 100
4. อัตราการเวียนกลับของราก 100
5. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม 101
รายการอ้างอิง 102
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 155

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิของระบบนิเวศป่าชายเลนที่ประมาณด้วยวิธี summation method 25

ตารางที่ 2.2 มวลชีวภาพรากฝอยในระบบนิเวศป่าแบบต่าง ๆ 28

ตารางที่ 2.3 ตารางที่ใช้สำหรับคำนวณผลผลิตรากโดยวิธี Decision matrix method 31

ตารางที่ 3.1 ความหนาแน่นเนื้อไม้ของพืชป่าชายเลน 39

ตารางที่ 4.1 ค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ (Important Value Index; IVI) และชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในแปลงศึกษาทุก ๆ ระยะ 10 เมตร จากริมฝั่งแม่น้ำ 50

ตารางที่ 4.2 ลักษณะโครงสร้างป่าในแปลงศึกษา 52

ตารางที่ 4.3 มวลชีวภาพรากในเขตไม้แสม โกงกาง และตะบูน ที่คำนวณด้วยวิธีแอลโลเมตรี 55

ตารางที่ 4.4 ความหนาแน่นรากและซากรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้เมื่อเริ่มทำการทดลอง 56

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบสัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ ระหว่างเขตพันธุ์ไม้ด้วยสถิติ Chi square 58

ตารางที่ 4.6 มวลชีวภาพรากมีชีวิตและรากตายที่พบภายใน ingrowth core 62

ตารางที่ 4.7 ผลผลิตรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ตั้งแต่เดือน มีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557 69

ตารางที่ 4.8 ผลผลิตรากในรอบปีและอัตราการเวียนกลับของรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ 70

ตารางที่ 4.9 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2556 ถึง มีนาคม 2557 74

ตารางที่ 4.10 ระยะเวลาที่น้ำท่วมในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ 77

ตารางที่ 4.11 ค่าศักย์การนำไฟฟ้า ความเค็ม และค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ 82

ตารางที่ 4.12 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน 83

ตารางที่ 4.13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson's correlation) ของความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตรากกับพื้นที่หน้าตัดและค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ 84

ตารางที่ 4.14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson’s correlation) ของความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตรากฝอยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม 85

ตารางที่ 5.1 ผลผลิตรากฝอยและอัตราการเวียนกลับของรากในระบบนิเวศต่าง ๆ..... 97

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

ภาพที่ 3.1 พื้นที่ศึกษาในป่าชายเลนรุ่นสองซึ่งตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำตราด 35
ภาพที่ 3.2 แปลงศึกษาถาวรบริเวณป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด 36
ภาพที่ 3.3 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในช่วง เดือนกุมภาพันธ์ 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557 37
ภาพที่ 3.4 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557 37
ภาพที่ 3.5 การแยกรากมีชีวิตและรากที่ตายแล้ว 42
ภาพที่ 3.6 จำแนกรากตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางราก 42
ภาพที่ 3.7 ตาข่ายทรงกระบอกที่ใช้บรรจุดินในการเตรียม ingrowth core 42
ภาพที่ 3.8 ดินเลนจากปากแม่น้ำที่ใช้บรรจุลงในตาข่ายทรงกระบอก 43
ภาพที่ 3.9 การฝัง ingrowth core 43
ภาพที่ 3.10 รากที่เจริญเติบโตเข้าไปภายใน ingrowth core 43
ภาพที่ 3.11 การขุดเก็บ ingrowth core 44
ภาพที่ 3.12 Temperature sensors และ Data loggers สำหรับบันทึกอุณหภูมิดิน น้ำ และอากาศ 46
ภาพที่ 3.13 เครื่องมือ Instrument siteline builders level tools สำหรับวัดความลาดชันของพื้นที่ 46
ภาพที่ 3.14 การวิเคราะห์เนื้อดินด้วยวิธี Hydrometer method 47
ภาพที่ 3.15 เครื่องมือสำหรับวัดค่า Oxidation-Reduction potential (ORP) ในดิน 47
ภาพที่ 4.1 แผนที่ต้นไม้และการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ภายในแปลงศึกษา 53
ภาพที่ 4.2 ลักษณะพื้นที่ในเขตไม้แสม 54
ภาพที่ 4.3 ลักษณะพื้นที่ในเขตไม้โกงกาง 54
ภาพที่ 4.4 ลักษณะพื้นที่ในเขตไม้ตะบูน 54
ภาพที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรากและมวลซากรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้เมื่อเริ่มทำการทดลอง (กุมภาพันธ์ 2556) 57

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 4.6 สัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้เมื่อเริ่มทำการทดลอง (กุมภาพันธ์ 2556) 59

ภาพที่ 4.7 มวลชีวภาพรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้เมื่อเริ่มทำการทดลอง (กุมภาพันธ์ 2556) 60

ภาพที่ 4.8 มวลชีวภาพรากทั้งหมดและมวลซากรากที่พบใน ingrowth core ของแต่ละเขตพันธุ์ไม้ตลอดระยะเวลา 12 เดือน (มีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557) 63

ภาพที่ 4.9 มวลชีวภาพรากฝอยที่พบใน ingrowth core ของแต่ละเขตพันธุ์ไม้ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง (มีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557) 63

ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพรากฝอยที่เจริญเข้ามาใน ingrowth core กับระยะเวลาที่ขุดเก็บ ingrowth core 64

ภาพที่ 4.11 ความหนาแน่นรากที่พบภายใน ingrowth core ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557 64

ภาพที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยและสัดส่วนมวลชีวภาพรากฝอยและรากที่มีขนาดใหญ่กว่ารากฝอยที่พบภายใน ingrowth core ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557 65

ภาพที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยมวลซากรากที่พบภายใน ingrowth core ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2556 ถึง 2557 65

ภาพที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพรากฝอยและมวลซากรากที่พบภายใน ingrowth core ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ 66

ภาพที่ 4.15 ผลผลิตราก ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557 68

ภาพที่ 4.16 ผลผลิตรากฝอย (0-2 มิลลิเมตร) ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557 68

ภาพที่ 4.17 ผลผลิตรากฝอยในรอบปีและมวลชีวภาพส่วนเหนือดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ 70

ภาพที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินและอัตราการเวียนกลับของรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ 71

ภาพที่ 4.19 ผลผลิตรากฝอยในระบบนิเวศต่าง ๆ ที่ศึกษาโดยวิธี ingrowth core 72

ภาพที่ 4.20 (ก) อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของอากาศ (ข) อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของน้ำ 75

ภาพที่ 4.21 ความลาดชันของพื้นที่ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ 78

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.22 ระดับน้ำใต้ดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ 79

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

การเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศทำให้เกิดภาวะโลกร้อน เป็นเหตุให้การศึกษาเกี่ยวกับการหมุนเวียนคาร์บอน (carbon cycle) รวมทั้งประสิทธิภาพในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศป่าได้รับความสนใจจากนักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก (Callesen et al., 2003) แนวทางหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศป่าคือการประมาณค่าผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิ (net primary production; NPP) ของระบบนิเวศ ซึ่งวิธีหนึ่งที่สามารถประมาณค่า NPP ได้คือวิธี summation method (Tatuo Kira and Tsunahide Shidei, 1967) โดย NPP จะมีค่าเท่ากับผลรวมของมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นของพืช (biomass increment; ΔB) ผลผลิตซากพืช (litter production; L) และมวลชีวภาพของพืชในส่วนที่ถูกสัตว์กัดกิน (G) ดังสมการ NPP=ΔB+L+G อย่างไรก็ตามการศึกษาค่า G สามารถทำได้ยากทำให้การประมาณค่า NPP โดยส่วนใหญ่มักจะได้จากผลรวมของ ΔB และ L เท่านั้น (Gower et al., 1997; Sukardjo and Yamada, 1992; Clark et al., 2001) นอกจากนี้ในการประมาณค่า NPP ที่มีความแม่นยำจะต้องพิจารณาทั้งผลผลิตส่วนเหนือดิน (aboveground net primary production; ANPP) และส่วนใต้ดิน (belowground net primary production; BNPP) (Newman et al., 2006) หากแต่การศึกษาเกี่ยวกับ BNPP ยังมีการศึกษาอยู่น้อยเมื่อเทียบกับ ANPP

รากฝอยโดยมากมักถูกระบุว่าเป็นรากที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 มิลลิเมตร (Yuan and Chen, 2010) ทำหน้าที่ในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช อีกทั้งเป็นส่วนสำคัญต่อการศึกษา BNPP เนื่องจากผลผลิตรากฝอยคิดเป็น 30-50% ของ NPP (Jackson et al., 1997) นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญต่อการหมุนเวียนคาร์บอนในระบบนิเวศป่า เนื่องจากรากฝอยมีช่วงชีวิตสั้นเมื่อรากฝอยตายลงพืชจะสร้างรากฝอยขึ้นมาทดแทนรากที่ตายไปเพื่อให้สามารถดูดซึมน้ำและธาตุอาหารเพียงพอกับความต้องการของพืชดังเดิม อัตราการสร้างรากฝอยทดแทนส่วนที่ตายไปให้มีมวลชีวภาพเท่าเดิมเรียกว่าอัตราการเวียนกลับของราก ซึ่งอัตราการเวียนกลับของรากฝอยมักมีค่าค่อนข้างสูง (Joslin et al., 2006; Ostonen et al., 2005) โดยระบบนิเวศป่าเขตร้อนมีอัตราการเวียนกลับของรากฝอยเฉลี่ยประมาณ 0.76 รอบต่อปี และบางแห่งมีอัตราการเวียนกลับมากกว่า 1 รอบต่อปี (Gill and Jackson, 2000) ดังนั้นในการประมาณค่าผลผลิตรากฝอยจะต้องคำนึงถึงอัตราการเวียนกลับของรากฝอยด้วย ทำให้ค่าผลผลิตรากฝอยไม่สามารถประมาณได้จากมวลชีวภาพรากฝอยที่เพิ่มขึ้นระหว่างช่วงเวลา 1 ปี เนื่องจากในระหว่างช่วงเวลา 1 ปี อาจมีการเวียนกลับของรากฝอยเกิดขึ้น วิธีที่นิยมใช้ในการประมาณผลผลิตรากฝอยในปัจจุบันมี 3 วิธี

ด้วยกัน ได้แก่ วิธี 1) sequential soil coring (Yang et al., 2010) เป็นวิธีที่เหมาะกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพของรากฝอยแต่ไม่เหมาะกับการศึกษาอัตราการเวียนกลับของราก วิธี 2) ingrowth cores (Castaneda-Moya et al., 2011; Mei et al., 2009) เป็นวิธีที่เหมาะกับการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตรากฝอยในแต่ละพื้นที่ซึ่งได้รับปัจจัยที่แตกต่างกัน และ 3) วิธี minirhizotrons (Quan et al., 2010) วิธีนี้จะทำให้ได้ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณเหมาะกับการศึกษาพลวัตของรากฝอยแต่เป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายสูง

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่เชื่อมต่อระหว่างระบบนิเวศบกและทะเลมีศักยภาพในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนเนื่องจากมี NPP สูง (Komiyama et al., 2008; Poungparn et al., 2012) ป่าชายเลนได้รับอิทธิพลจากการท่วมขังของน้ำทะเลอยู่เสมอประกอบกับลักษณะดินเลนอ่อนนุ่มพืชในป่าชายเลนจึงต้องปรับตัวให้สามารถเจริญเติบโตอยู่ในสภาวะดังกล่าวโดยมีการเคลื่อนย้ายมวลชีวภาพไปสะสมในส่วนรากสูงเพื่อให้สามารถพยุงส่วนเหนือดินไว้ได้ (Ong et al., 2004) ซึ่งมวลชีวภาพรากฝอยในระบบนิเวศป่าชายเลนคิดเป็น 21-50% ของมวลชีวภาพรากทั้งหมด (Castaneda-Moya et al., 2011) อีกทั้งการที่ป่าชายเลนมีอัตราการย่อยสลายซากพืชในดินต่ำ (Huxham et al., 2010) ทำให้มีการสะสมของซากรากในดินเป็นจำนวนมาก (Chalermchatwilai et al., 2011) รากฝอยจึงเป็นส่วนสำคัญในการควบคุมการสะสมของอินทรียสารในดิน อีกทั้งยังเป็นแหล่งคาร์บอนที่สำคัญของป่าชายเลน อย่างไรก็ดีในการประมาณ NPP ของระบบนิเวศป่าชายเลนส่วนใหญ่ที่ผ่านมานั้นทำการประมาณเฉพาะผลผลิตส่วนเหนือดินซึ่งอาจทำให้ NPP ที่ประมาณได้น้อยกว่าความเป็นจริง (Aragao et al., 2009) นอกจากนี้ป่าชายเลนมีลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์อย่างหนึ่งคือมีการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ (zonation) จากบริเวณชายฝั่งลึกเข้าไปด้านในป่าบนบกอย่างชัดเจน อันเป็นผลมาจากการได้รับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น ความถี่และระยะเวลาในการท่วมขังของน้ำ องค์ประกอบของชนิดพันธุ์พืชในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน เป็นต้น (สนิท อักษรแก้ว, 2541) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลให้ผลผลิตรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้แตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาผลผลิตรากฝอยใน 3 เขตพันธุ์ไม้ได้แก่ เขตไม้แสม เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ของป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด ด้วยวิธี ingrowth core

1.1 วัตถุประสงค์

ศึกษาผลผลิตรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ของระบบนิเวศป่าชายเลน ในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด

1.2 สมมติฐาน

ผลผลิตรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้แตกต่างกัน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาผลผลิตรากฝอย (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 มิลลิเมตร) ด้วยวิธี ingrowth core ใน 3 เขตพันธุ์ไม้ได้แก่ เขตไม้แสม เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ในแปลงศึกษาถาวรซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ป่าชายเลนรุ่นสองบริเวณปากแม่น้ำตราด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบผลผลิตรากฝอยในระบบนิเวศป่าชายเลน และใช้เป็นข้อมูลประกอบการประมาณค่าผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิของระบบนิเวศป่าชายเลนที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
การตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ป่าชายเลน

ป่าชายเลน หมายถึง สังคมพืชอันประกอบด้วยพืชที่มีใบเขียวตลอดปี (evergreen species) ซึ่งขึ้นอยู่ตามชายฝั่งทะเล เกาะ ทะเลสาบ ปากแม่น้ำหรืออ่าว ซึ่งเป็นบริเวณที่ระดับน้ำทะเลท่วมถึงในช่วงที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุดในเขตร้อน และเขตกึ่งร้อน (Tomlinson, 1986) เป็นระบบนิเวศที่เชื่อมต่อระหว่างระบบนิเวศบกและทะเล ช่วยในการดักจับตะกอน และ มีความสำคัญทั้งด้านการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง (Bao, 2011) อีกทั้งยังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์และอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน (Smith Iii et al., 1991)

2.1.1 ประเภทของป่าชายเลน

ป่าชายเลนสามารถแบ่งออกเป็น 4 ชนิดตามลักษณะพื้นที่และการท่วมถึงของน้ำทะเล (เทียมใจ คมกฤส, 2536)

1. basin forest เป็นป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่ติดกับแผ่นดินใหญ่ (main land) ตามลำแม่น้ำเล็ก ๆ ป่าชายเลนชนิดนี้ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลน้อยมาก เนื่องจากน้ำทะเลท่วมถึงในช่วงที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด (extreme high tide) เท่านั้น ลักษณะพันธุ์ไม้ที่พบจะมีลักษณะต้นเตี้ย มีพืชอิงอาศัย (epiphyte) และเถาวัลย์อยู่มาก
2. riverine forest เป็นป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งแม่น้ำใหญ่ ๆ ที่ติดอยู่กับอ่าว ทะเล หรือทะเลสาบ ทำให้มีกระแสน้ำทะเลท่วมถึงอยู่เป็นประจำทุกวัน ป่าชายเลนชนิดนี้จึงได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลสม่ำเสมอ พันธุ์ไม้ที่พบจึงมีการเจริญเติบโตค่อนข้างสมบูรณ์ดี
3. fringe forest เป็นป่าชายเลนที่ขึ้นตามชายฝั่งทะเลติดกับแผ่นดินใหญ่ หรือชายฝั่งของเกาะขนาดใหญ่ ป่าชายเลนชนิดนี้มีน้ำทะเลท่วมถึงสม่ำเสมอทุกวันแต่หากเป็นป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่บริเวณเกาะขนาดใหญ่น้ำทะเลอาจท่วมถึงได้ในช่วงที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุดเนื่องจากพื้นที่ลาดชัน ป่าชายเลนชนิดนี้เป็นป่าที่ค่อนข้างอุดมสมบูรณ์
4. overwash forest เป็นป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่บนเกาะเล็ก ๆ เมื่อน้ำทะเลขึ้นสูงสุดจะถูกน้ำท่วมทั้งหมด เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมและน้ำทะเลมากรวมทั้งมีธาตุอาหารต่ำ ป่าชายเลนชนิดนี้มักมีการเจริญเติบโตค่อนข้างต่ำและมีลักษณะเตี้ย

2.1.2 ลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลน

1.) ลักษณะพันธุ์ไม้

ป่าชายเลนประกอบด้วยพืชที่มีลักษณะวิสัยที่หลากหลาย ได้แก่ ไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม และไม้อิงอาศัย (epiphyte) เถาวัลย์ และสาหร่าย เป็นต้น ซึ่งพืชที่ขึ้นในป่าชายเลนจะเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ในพื้นที่ที่มีน้ำทะเลท่วมถึงเป็นครั้งคราวหรือเป็นประจำทุกวัน พืชในป่าชายเลนจึงจัดเป็นพืชทนแล้งเนื่องจากไม่สามารถใช้น้ำเค็มให้เป็นประโยชน์ได้ และมักเป็นพืชที่ทนทานต่อสภาพความเค็มได้ดี จากการที่พืชป่าชายเลนเจริญเติบโตอยู่ในสภาวะที่แวดล้อมที่ต่างจากสังคมพืชอื่นทำให้มีการปรับตัวเพื่อให้สามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ เช่น การสร้างต่อมขับเกลือซึ่งมีหน้าที่ควบคุมระดับความเข้มข้นของเกลือในพืช การมีใบที่มีลักษณะอวบน้ำ และผิวเป็นมัน เพื่อลดการเสียน้ำจากการระเหยออกทางใบ (เทียมใจ คมกฤส, 2536) มักพบในไม้สกุล *Rhizophora* ลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) และลำแพน (*Sonneratia ovata* Backer) เพื่อช่วยในการรักษาปริมาณน้ำ ผลที่งอกขณะที่ยังอยู่บนต้น (vivipary) ซึ่งจะทำให้เมื่อผลตกลงถึงพื้นสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว สามารถพบผลในลักษณะนี้ได้ในไม้สกุล *Rhizophora* และ *Bruguiera* เป็นต้น (สนิท อักษรแก้ว, 2541) นอกจากนี้พืชป่าชายเลนยังมีการปรับตัวโดยการสร้างระบบรากที่มีลักษณะพิเศษเพื่อให้สามารถเจริญเติบโตในภาวะขาดออกซิเจนและลักษณะดินที่อ่อนนุ่มได้

ระบบรากพืชป่าชายเลน

เนื่องจากป่าชายเลนได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเลทำให้ป่าชายเลนมีน้ำท่วมขังอยู่เสมอ ประกอบกับลักษณะของดินในป่าชายเลนที่เป็นดินเลนหรือทรายที่อ่อนนุ่มพืชในป่าชายเลนมีการสร้างรากที่มีโครงสร้างที่มีลักษณะพิเศษเพื่อให้สามารถยึดลำต้นและสามารถเจริญเติบโตในภาวะที่ดินขาดออกซิเจนได้ โดยระบบรากของพืชป่าชายเลนสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วน คือ ระบบรากใต้ดิน และระบบรากเหนือดินหรือรากอากาศ (aerial root)

<u>ระบบรากใต้ดิน</u>

ระบบรากใต้ดินของพืชป่าชายเลนคิดเป็นสัดส่วนสูงกว่า 50 % ของมวลชีวภาพทั้งหมด (Komiyama et al., 2000) และมีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามแต่ละชนิดของพืช ในพืชป่าชายเลนบางกลุ่มโดยเฉพาะพืชที่ขึ้นอยู่ในบริเวณชายฝั่งมักมีรากที่ไม่ลึกจากผิวดินและไม่มีรากแก้ว เช่น ไม้สกุล *Rhizophora* และสกุล *Avicennia* ที่ระบบรากใต้ดินของพืชจะมีการเจริญแผ่ไปรอบ ๆ ลำต้น อย่างไรก็ตามพืชป่าชายเลนที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน เช่น ตาตุ่มทะเล (*Excoecaria agallocha*) เป็นพืชที่มีรากแก้ว

Tomlinson (1986) กล่าวถึงระบบรากพืชป่าชายเลนโดยทั่วไปว่าประกอบด้วย

1. cable root คือรากที่แตกแขนงมาจากโคนต้นและเจริญในแนวขนานกับผิวดิน มักเป็นรากขนาดใหญ่ มีหน้าที่ในการลำเลียงแก๊สและยึดลำต้นให้คงอยู่
2. anchoring root มักเป็นรากขนาดเล็กที่แตกแขนงทางด้านล่างของ cable root ทำหน้าที่ในการยึดเกาะพื้นดินที่พืชที่เจริญเติบโตอยู่
3. nutritive root เป็นรากที่มีขนาดเล็กฝอย มักแตกแขนงจาก cable root และโคนของรากเหนือดิน รากชนิดนี้ทำหน้าที่ในการดูดซึมน้ำและสารอาหารต่าง ๆ

สำหรับลักษณะโครงสร้างภายในของรากใต้ดินในพืชป่าชายเลนจะมีลักษณะคล้ายกัน โดยมีลักษณะเด่นคือ ไม่มีขนราก (root hair) แต่จะมี epidermis หลายชั้น (multiple epidermis) เพื่อทำหน้าที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหารแทนขนราก และกรองสารละลายจากน้ำทะเล ส่วนในชั้น cortex มีเซลล์ parenchyma ที่เรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ เกิดเป็นช่องอากาศขนาดใหญ่ เรียกเซลล์เหล่านั้นว่า aerenchyma ซึ่งในพืชแต่ละชนิดจะมีการเรียงของ aerenchyma ที่แตกต่างกันไป (เทียมใจ คมกฤส, 2536)

ระบบรากอากาศ (aerial root) ของพืชป่าชายเลน หมายถึงรากที่สัมผัสกับอากาศอย่างน้อยในช่วงหนึ่งของวัน (Tomlinson, 1986) ทำหน้าที่พยุงลำต้นและช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊สเนื่องจากมีช่องอากาศ (lenticel) อยู่บนพื้นผิวของรากอากาศเป็นจำนวนมาก เนื่องจากในช่วงที่น้ำขึ้นรากเหล่านี้จะจมน้ำซึ่งต่างกับรากอากาศของพืชอื่น ๆ รากอากาศของพืชป่าชายเลนมีลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ดังนี้

- รากหายใจ (pneumatophore) มีลักษณะกลมปลายเรียวคล้ายดินสอ (Tomlinson, 1986) โดยเจริญมาจาก cable root ในแนวตั้งฉากกับผิวดินรอบ ๆ ลำต้น เป็นรากที่งอกได้รวดเร็ว พบในไม้สกุล *Avicennia* และ *Sonneratia* เช่น แสมทะเล (*A. marina* (Forsk.) Vierh) ลำพู (*S. caseolaris* Engler) เป็นต้น ซึ่งรากหายใจจะมีลักษณะต่างกันออกไปในพืชแต่ละสกุล เช่น ในไม้แสมรากมักมีความสูงไม่มากนัก โดยมากมีความสูงไม่เกิน 30 เซนติเมตร ผนังเซลล์อาจมีการเจริญเติบโตขั้นที่สองบ้างเล็กน้อย สำหรับในไม้ลำพู รากจะมีการเจริญเติบโตขั้นที่สองจึงเป็นรากที่ค่อนข้างแข็งและมีความสูงค่อนข้างมากโดยในบางครั้งพบว่ามีความสูงได้ถึง 3 เมตร (Tomlinson, 1986)

- รากค้ำยัน (prop root) คือ รากที่แตกแขนงจากลำต้นส่วนเหนือดินแล้วหยั่งลงสู่พื้นดินเพื่อช่วยให้พืชทรงตัวอยู่ได้ในดินที่อ่อนนุ่ม รากค้ำยันเป็นรากที่พบในไม้สกุล *Rhizophora* สกุล *Bruguiera* และ สกุล *Ceriops* เป็นต้น (สนิท อักษรแก้ว, 2541)

- รากที่มีลักษณะคล้ายหัวเข่า (knee root) เป็นรากที่โผล่ขึ้นมาเหนือพื้นดินแล้วหักโค้งกลับลงไปในดินคล้ายหัวเข่า โดยรากชนิดนี้เกิดจากการแบ่งตัวของแคมเบียมทางบนของรากใต้ดินที่เจริญขนานกับผิวดิน และตรงส่วนที่เป็นปุ่มโค้งคล้ายหัวเข่าเกิดจากความหนาของผนังขั้นที่สองที่มีการเจริญเป็นรูปวงรีทางด้านบนเป็นส่วนใหญ่ รากชนิดนี้มักพบในไม้สกุล *Ceriops* สกุล *Bruguiera* เป็นต้น (เทียมใจ คมกฤส, 2536)

- รากพูพอน (buttress root) เป็นรากที่มีลักษณะเป็นพูพอนหรือเป็นแผ่นกระดานบาง ๆ เจริญคดเคี้ยวออกไปจากโคนต้นคล้ายลูกคลื่น โดยรากดังกล่าวเกิดจากการแบ่งตัวของแคมเบียมทางด้านบนของรากใต้ดินที่เจริญขนานกับผิวดิน (horizontal root) ทำให้พืชสามารถทรงตัวและยึดเกาะกับพื้นดินที่ค่อนข้างแข็งได้ดี และมักพบรากลักษณะนี้ได้ในไม้ที่ขึ้นอยู่ในเขตที่อยู่บริเวณหลังสุดของป่าชายเลน เช่น ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koenig) (เทียมใจ คมกฤส, 2536)

2.) การแบ่งเขตพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน

การแบ่งเขตพันธุ์ไม้ (zonation) ที่ชัดเจนเป็นเอกลักษณ์อย่างหนึ่งของป่าชายเลน การแบ่งเขตพันธุ์ไม้ หมายถึง การที่พืชในป่าชายเลนแต่ละชนิดขึ้นเป็นแนวเขตที่ค่อนข้างแน่นอนจากบริเวณชายฝั่งลึกเข้าไปในแผ่นดิน ทั้งนี้การแบ่งเขตพันธุ์ไม้เป็นผลมาจากลักษณะการแตกของรากและความสามารถในการเจริญเติบโตในพื้นที่ที่ต่างกัน ความสามารถในการแก่งแย่งกันของพืชแต่ละชนิด การแพร่กระจายพันธุ์ของพืช (Rabinowitz, 1978) รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (succession) ที่เกิดขึ้นในป่าชายเลน (Ball, 1980) ซึ่งการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดขึ้นภายในป่า โดยเขตพันธุ์ไม้ที่อยู่บริเวณชายฝั่งจะเป็นเขตของไม้เบิกนำ เช่น ไม้สกุล *Avicennia* และ *Sonneratia* เป็นต้น ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในลำดับแรก และเขตที่อยู่ถัดเข้าไปจะเป็นเขตที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในลำดับถัดไป นอกจากนี้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมก็เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ป่าชายเลนมีการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ เช่น ลักษณะเนื้อดิน ความเค็มของดิน ศักย์การนำไฟฟ้าของดิน ความสูงของพื้นที่และความถี่ในการท่วมขังของน้ำในพื้นที่ (Youssef and Saenger, 1999)

Matthijs และคณะ (1999) ศึกษาการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนในประเทศเคนย่า พบว่าป่าชายเลนในบริเวณดังกล่าวมีการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ที่ชัดเจน คือ บริเวณชายฝั่งหรือริมฝั่งแม่น้ำมักจะพบ *S. alba* ขึ้นอยู่เป็นแนวแคบ ๆ ถัดเข้ามาในแผ่นดินจะเป็นเขตที่มี *R. mucronata* และ *A. marina* ต่อจากนั้นจะเป็นเขตที่มี *C. tagal* และ *A. marina* ปะปนกัน ขณะที่ในบริเวณที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินมากที่สุดจะพบ *B. gymnorhiza* ไม้สกุล *Avicennia* สกุล *Rhizophora* สกุล *Ceriops* และ *Lumnitzera racemosa* ขึ้นกระจัดกระจายปะปนกัน การศึกษาโดย Chapman (1970) ถึงการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนในเขตร้อนแถบทวีปอเมริกาและแอฟริกาพบว่าป่าชายเลนใน

ประเทศแม็กซิโก และแถบทะเลแคริบเบียนมีการแบ่งเขตพันธุ์ไม้คือ บริเวณที่ติดกับชายฝั่งจะพบ *R. mangle* ตามด้วย *A. nitida* และถัดเข้าไปข้างในจะพบ *Laguncularia racemosa* และ *Conocarpus erectus* สำหรับการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ในของแอฟริกานั้นจะแตกต่างกันระหว่างในทิศตะวันออกและตะวันตก ทางด้านทิศตะวันออกจะพบไม้สกุล *Avicennia* และ *Sonneratia* อยู่บริเวณชายฝั่งติดกับแม่น้ำหรือทะเล ถัดเข้ามาจะพบไม้สกุล *Rhizophora* และ *Bruguiera* ในเขตสุดท้ายจะพบไม้สกุล *Xylocarpus* ขณะที่ในชายฝั่งแถบตะวันตกจะพบการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ที่คล้ายกับในเขตร้อนของทวีปอเมริกา

การแบ่งเขตพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนในประเทศไทยจะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เช่น ที่จังหวัดชุมพร บริเวณชายฝั่งจะพบไม้สกุล *Avicennia* และ *Sonneratia* ถัดเข้าไปจะพบไม้สกุล *Rhizophora* และ *Bruguiera* และบริเวณที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินจะพบไม้สกุล *Ceriops* และ *Xylocarpus* ขณะที่ ป่าชายเลนจังหวัด นครศรีธรรมราช จังหวัดปัตตานีและจังหวัดกระบี่พบไม้สกุล *Rhizophora* ขึ้นอยู่ในบริเวณริมชายฝั่งแทน ถัดเข้ามาด้านในของป่าชายเลนจะพบไม้สกุล *Xylocarpus* และ *Ceriops* เป็นต้น (สนิท อักษรแก้ว, 2541)

3) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลให้เกิดการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน

<u>ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน</u> เนื่องจากดินจะเป็นตัวกำหนดการเจริญเติบโต และการกระจายของไม้ป่าชายเลน ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดินจึงทำให้เกิดการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ขึ้นในป่าชายเลน (Aksornkoae et al., 1978) ได้แก่

<u>ความเค็มของดิน</u> ความเค็มของดินมีความสัมพันธ์กับการกระจายชนิดพันธุ์ของพืชป่าชายเลน ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของโดยพืชป่าชายเลนบางชนิด เช่น โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) มักพบว่ามีการกระจายอยู่บริเวณที่ดินมีความเค็มค่อนข้างต่ำ แสมทะเล (*A. marina*) สามารถเจริญเติบโตได้ในดินที่ซึ่งมีความเค็มมากกว่า 65 ppt (Hogarth, 1999)

<u>ค่าศักย์การนำไฟฟ้าดิน (redoxpotential; Eh)</u> เนื่องจากดินในป่าชายเลนอยู่ในภาวะขาดออกซิเจนทำให้ค่าศักย์การนำไฟฟ้าของดินมีค่าต่ำซึ่งโดยทั่วไปดินในป่าชายเลนจะมีค่าอยู่ในช่วง -300 ถึง 300 มิลลิโวลต์ ความแตกต่างของค่าศักย์การนำไฟฟ้าในดินจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการกระจายพันธุ์พืชในป่าชายเลนทำให้เกิดการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ขึ้น Mackee (1993) ได้ศึกษาการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในเขตร้อนของทวีปอเมริกาพบว่าค่าศักย์การนำไฟฟ้าของดินจะมีผลต่อการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนซึ่งในเขตพันธุ์ไม้ที่ค่าศักย์การนำไฟฟ้าในระดับปานกลาง (100 ถึง 300 มิลลิโวลต์) จะมี *R. mangle* L. เป็นพันธุ์ไม้เด่น หรืออาจมี *A. germinans* (L.) ขึ้น

ปะปน ขณะที่บริเวณที่ค่าศักย์การนำไฟฟ้าของดินค่อนข้างต่ำ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ -100 มิลลิโวลต์) จะเป็นเขตที่มี *A. germinans* เป็นพันธุ์ไม้เด่น

ลักษณะเนื้อดิน พืชป่าชายเลนสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีลักษณะต่างกัน เช่น โกงกางใบใหญ่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่เป็นดินเลน ไม้แสมและพังกาหัวสุม สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ดินเลนปนทราย ขณะที่โกงกางใบเล็กเจริญเติบโตได้ดีในดินเลนที่ไม่นิ่มเกินไป สำหรับ *R. stylosa* Griff. ชอบดินชายฝั่งและดินแนวปะการังซึ่งมีลักษณะเป็นดินทราย ซึ่งลักษณะเนื้อดินจึงเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน (สนิท อักษรแก้ว, 2541)

ความเค็มของน้ำ และความเค็มของน้ำในดิน โดยปกติพืชป่าชายเลนจะมีการเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่น้ำกร่อยและความเค็มของน้ำในดินระหว่าง 10-30 ppt) ซึ่งความเค็มของน้ำและน้ำในดินจะเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดการเจริญเติบโต การรอดตายของพืช รวมทั้งการกระจายพันธุ์ของพืชป่าชายเลน (สนิท อักษรแก้ว, 2541) การศึกษาของ Wells (1982) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของพืชป่าชายเลนในประทศออสเตรเลีย พบว่าพันธุ์ไม้ป่าชายเลนแต่ละชนิดจะสามารถเจริญเติบโตได้ในบริเวณที่มีความเค็มของน้ำต่างกัน เช่น ไม้แสมทะเล และไม้ตาตุ่มทะเล สามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำเค็มสูงสุด 85 โดย ไม้แสม ไม้โปรง ไม้ลำพู โกงกางใบเล็ก *R. stylosa* ไม้ตะบูนขาว และไม้ถั่ว สามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำเค็มสูงสุด 63 72 44 65 74 34 และ 37 ppt ตามลำดับ

ความถี่ของน้ำทะเลท่วมถึง เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน โดย Watson (1928) ได้แบ่งเขตพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนตามความถี่การท่วมขังของน้ำทะเลออกเป็น 5 บริเวณ ได้แก่

1. พื้นที่น้ำท่วมทุกครั้งจะมีเพียงไม้โกงกางใบใหญ่ เท่านั้นที่สามารถขึ้นอยู่ได้
2. พื้นที่น้ำท่วมขณะน้ำทะเลขึ้นสูงปานกลาง พันธุ์ไม้ที่สามารถขึ้นในบริเวณนี้ ได้แก่ แสมทะเล แสมขาว และอาจพบไม้โกงกางใบใหญ่บริเวณพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำ
3. พื้นที่ถูกน้ำท่วมถึงขณะที่น้ำขึ้นสูงตามปกติ เป็นบริเวณที่มีไม้โปรงแดง ตะบูนขาว ถั่วดำ และมีโกงกางใบใหญ่ขึ้นอย่างหนาแน่น
4. พื้นที่ถูกน้ำท่วมถึงเมื่อน้ำขึ้นสูงสุดเท่านั้น เป็นบริเวณที่มีสภาพแห้งเหมาะกับไม้สกุล *Bruguiera Xylocarpus* และ *E. agallocha*
5. เป็นบริเวณที่ถูกน้ำท่วมเมื่อน้ำขึ้นสูงเป็นพิเศษเท่านั้น พันไม้ที่ขึ้นบริเวณนี้เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ ไม้พังกาหัวสุมดอกแดง ไม้หลุมพอทะเล (*Intsia bijuga* (Colebr.) Kuntze) ไม้หงอนไก่ทะเล (*Heritiera littoralis* Dryand.) และจาก (*Nypa fruticans* Wurmb.) เป็นต้น

2.2 ผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิ (net primary production; NPP)

ผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิของระบบนิเวศ หมายถึง ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (gross primary production; GPP) หลังหักลบกับการหายใจของพืช (respiration by plant; R) ในระบบนิเวศกล่าวคือ NPP = GPP-R ซึ่งการประมาณ NPP สามารถใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการประเมินประสิทธิภาพการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศ เนื่องจาก NPP สามารถบอกถึงปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในรูปของมวลชีวภาพและซากพืชในระบบนิเวศ วิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ในการประมาณ NPP คือ วิธี summation method (Kira and Shidei, 1967) [2] [2] ซึ่ง NPP จะมีค่าเท่ากับผลรวมระหว่างมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้น (biomass increment; ΔB) ผลผลิตซากพืช (litter production; L) และมวลชีวภาพของพืชในส่วนที่ถูกสัตว์กัดกิน (G) ดังสมการ NPP = ΔB+L+G อย่างไรก็ตามการประมาณค่า G สามารถทำได้ยาก เพราะไม่สามารถทราบถึงปริมาณที่ถูกกัดกินที่แน่นอนเนื่องจากการติดตามมวลชีวภาพที่ถูกบริโภคโดยสัตว์สามารถทำได้ยาก (McNaughton et al., 1996) และในบางการศึกษาพบว่ามีค่าน้อย (Gielen et al., 2005) ดังนั้นการประมาณค่า NPP โดยส่วนใหญ่มักจะประมาณจากผลรวมของ ΔB และ L เท่านั้น (Gower et al., 1997; Sukardjo and Yamada, 1992) นอกจากนี้ในการประมาณ NPP ที่แม่นยำจะต้องพิจารณาทั้ง NPP ของทั้งส่วนเหนือดิน (aboveground net primary production; ANPP) และ NPP ของส่วนใต้ดิน (belowground net primary production; BNPP) (Newman et al., 2006)

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มี NPP สูงเมื่อเทียบกับระบบนิเวศป่าบก ซึ่ง NPP ของป่าชายเลนมีค่าต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ (ตารางที่ 2.1)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.1 ผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิของระบบนิเวศป่าชายเลนที่ประมาณด้วยวิธี summation method

พันธุ์ไม้เด่น	NPP (กรัม/ตร.ม./ปี)	สถานที่ศึกษา	อ้างอิง
A. marina (แสมทะเล) *R. mucronata* (โกงกางใบใหญ่)	1208	riverine mangrove ในประเทศศรีลังกา	Amarasinghe and Balasubramaniam, 1992
A.marina (แสมทะเล) *R. mucronata* (โกงกางใบใหญ่)	694	fringing mangrove ในประเทศศรีลังกา	Amarasinghe and Balasubramaniam, 1992
R. mangle *A. germinans* *L. racemosa*	2458	riverine mangrove ประเทศเม็กซิโก	Day Jr et al., 1987
R. mangle *A. germinans* *L. racemosa*	1606	fringing mangrove ประเทศเม็กซิโก	Day Jr et al., 1987
R. apiculata (โกงกางใบเล็ก)	1770	riverine mangrove ประเทศมาเลเซีย	Putz and Chan, 1986
R. mucronata (โกงกางใบใหญ่)	2080-2500	riverine mangrove ประเทศอินโดนีเซีย	Sukardjo and Yamada, 1992

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิของระบบนิเวศป่าชายเลนที่ประมาณด้วยวิธี summation method

พันธุ์ไม้เด่น	NPP (กรัม/ตร.ม./ปี)	สถานที่ศึกษา	อ้างอิง
R. mucronata (โกงกางใบใหญ่) *R. apiculata* (โกงกางใบเล็ก)	2670	riverine mangrove ประเทศไทย	Christensen, 1978
S. caseolaris (ลำพู) *A. alba* (แสมขาว) *R. apiculata* (โกงกางใบเล็ก) *R. mucronata* (โกงกางใบใหญ่) *X.granatum* (ตะบูนขาว)	1870-2580	riverine mangrove ในประเทศไทย	Poungparn et al., 2012

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิของส่วนเหนือดิน (aboveground net primary production; ANPP)

การศึกษาเกี่ยวกับ NPP ของระบบนิเวศโดยส่วนใหญ่จะศึกษาเฉพาะ ANPP เนื่องจากศึกษาได้ง่ายกว่า BNPP โดย ANPP ประมาณจากผลรวมของมวลชีวภาพของส่วนเหนือดินที่เพิ่มขึ้นกับผลผลิตของซากพืชส่วนเหนือดินที่ร่วงหล่น เช่น ใบ กิ่ง ก้าน ดอก (Clark et al., 2001)

ผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิของส่วนใต้ดิน (belowground net primary production; BNPP)

BNPP คิดเป็นสัดส่วนสูงถึง 70% ของ NPP ประกอบด้วยมวลชีวภาพรากขนาดใหญ่ที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง ผลผลิตรากฝอย และผลผลิตซากราก (Gower et al., 1999) อย่างไรก็ตาม

การศึกษาในส่วนของ BNPP ยังมีการศึกษาอยู่น้อยเมื่อเทียบกับ ANPP เนื่องจากวิธีการศึกษาค่อนข้างยากและใช้แรงงานสูงกว่าการศึกษา ANPP (Vogt et al., 1998)

2.3 มวลชีวภาพราก (root biomass)

มวลชีวภาพราก หมายถึง น้ำหนักแห้งของรากที่มีชีวิตต่อหน่วยพื้นที่ มวลชีวภาพรากคิดเป็นสัดส่วน 24-87% ของมวลชีวภาพทั้งหมด การศึกษามวลชีวภาพรากสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ soil core (Castaneda-Moya et al., 2011; Petteri and Annikki, 1999; Tamooh et al., 2008) ใช้ soil core ขุดเก็บตัวอย่างรากที่ระดับความลึกที่ต้องการ จากนั้นล้างตัวอย่างรากที่ได้แล้วจึงนำมาอบและชั่งน้ำหนักแห้งและคำนวณหามวลชีวภาพราก วิธี trenching method (Komiyama et al., 1987; Shipley and Meziane, 2002) เป็นการศึกษามวลชีวภาพรากที่คล้ายกับการศึกษาโดยใช้ soil core แต่จะเก็บตัวอย่างรากโดยการขุดดินเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม ซึ่งการศึกษามวลชีวภาพรากโดยใช้ soil core และ วิธี trenching method เป็นวิธีที่ทำให้ได้ค่ามวลชีวภาพรากโดยตรง ซึ่งนอกจากจะทราบค่าของมวลชีวภาพรากแล้วยังทราบถึงลักษณะการกระจายของรากอีกทั้งทราบถึงสัดส่วนของมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ อีกด้วย นอกจากนี้การศึกษามวลชีวภาพรากยังสามารถศึกษาได้โดยทางอ้อม ดังเช่นการใช้วิธีหาความสัมพันธ์เชิงแอลโลเมตรี (allometric relationship) ซึ่งศึกษาโดยการสร้างสมการถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของรากพืชแต่ละต้นกับตัวแปรอิสระอื่น ๆ เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับพื้นดิน (D_0) หรือความสูง เป็นต้น ซึ่งการศึกษาโดยวิธีนี้ทำให้ได้ข้อมูลมวลชีวภาพรากทั้งหมดของต้นไม้ทุกต้นในพื้นที่ศึกษา อย่างไรก็ตามเนื่องจากสมการดังกล่าวมีความจำเพาะต่อชนิดพันธุ์ไม้ เพื่อความสะดวกในการศึกษาจึงได้มีการสร้างสมการแอลโลเมตรีทั่วไป (common allometric equation) เช่น การศึกษาโดย Komiyama และคณะ (2005) ได้สร้างสมการแอลโลเมตรีทั่วไปสำหรับประมาณค่ามวลชีวภาพของพืชป่าชายเลน 10 ชนิด ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยในการสร้างสมการสำหรับประมาณค่ามวลชีวภาพรากนั้นจะใช้ความหนาแน่นเนื้อไม้และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเป็นตัวแปรอิสระ และการศึกษาโดย Kenzo และคณะ (2009) ได้เก็บตัวอย่างพืช 77 ต้น จากพืช 16 ชนิดและใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นในการสร้างสมการแอลโลเมตรีสำหรับประมาณค่ามวลชีวภาพส่วนใต้ดินของพืชในป่าเขตร้อนรุ่นสองของประเทศมาเลเซีย

2.4 รากฝอย (fine root)

รากฝอย หมายถึง รากที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 มิลลิเมตร ทำหน้าที่ในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช รากฝอยเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนที่สร้างขึ้นและลำเลียงจากส่วนเหนือดิน ขณะเดียวกันก็เป็นแหล่งปลดปล่อยคาร์บอนสู่ดิน

จากการย่อยสลายซากรากในดิน รากฝอยจึงมีบทบาทต่อการหมุนเวียนคาร์บอนในระบบนิเวศ รากฝอยมักจะกระจายอยู่ที่ความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวดิน รากฝอยคิดเป็น 10-30% ของมวลชีวภาพทั้งหมดในระบบนิเวศและคิดเป็น 40-90% ของมวลชีวภาพรากทั้งหมด (Jackson et al., 1997) ซึ่งมวลชีวภาพรากฝอยมีค่าแตกต่างกันไปในระบบนิเวศป่าแบบต่าง ๆ (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 มวลชีวภาพรากฝอยในระบบนิเวศป่าแบบต่าง ๆ (Jackson et al., 1997)

ระบบนิเวศ	มวลชีวภาพรากทั้งหมด (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	มวลชีวภาพรากฝอย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	%รากฝอยต่อรากทั้งหมด
ป่าสน	0.6	0.23	83
ทะเลทราย	0.27	0.13	60
ป่าสนในเขตอบอุ่น	0.82	0.50	45
ป่าผลัดใบในเขตอบอุ่น	0.78	0.44	63
ทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น	1.51	0.95	83
ป่าผลัดใบเขตร้อน	0.57	0.28	42
ป่าดิบชื้น	0.57	0.33	57
ทุ่งหญ้าเขตร้อน	0.99	0.51	57
ทุนดรา	0.96	0.34	94

2.5 อัตราการเวียนกลับของรากฝอย

อัตราการเวียนกลับของราก หมายถึง อัตราการสร้างรากขึ้นมาใหม่เพื่อทดแทนรากฝอยที่ตายไป ซึ่งอัตราการเวียนกลับของรากฝอยมีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับรากที่มีขนาดใหญ่เนื่องจากรากฝอยทำหน้าที่ในการดูดซึมน้ำและธาตุอาหารในการเจริญเติบโตของจึงมีความต้องการพลังงานสูงและมีอัตราการเผาผลาญรวมทั้งการหายใจระดับเซลล์สูง (Castaneda-Moya et al., 2011; Gholz et al., 1986; Norby and Jackson, 2000) ทำให้มีช่วงชีวิตสั้นกว่ารากที่มีขนาดใหญ่กว่าซึ่งทำหน้าที่ในการพยุงลำต้น และจะมีค่าแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่และในระบบนิเวศป่าแต่ละชนิด ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการเวียนกลับของรากฝอยในระบบนิเวศป่าแบบต่าง ๆ โดย Gill และ Jackson (2000) พบว่าอัตราการเวียนกลับของรากฝอยจากระบบนิเวศป่าแบบต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.76 รอบต่อปี และอัตราการเวียนกลับของรากฝอยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากระบบนิเวศป่าสนไปยังระบบนิเวศป่าเขตร้อน อีกทั้งในระบบนิเวศป่าเขตร้อนบางแห่งมีอัตราการเวียนกลับของรากฝอยมากกว่า 1 รอบต่อปี ทั้งนี้เป็นเหตุให้การประมาณค่าผลผลิตรากฝอยไม่สามารถประมาณได้

จากมวลชีวภาพรากฝอยที่เพิ่มขึ้นในช่วง 1 ปี ดังเช่นผลผลิตของรากขนาดใหญ่ เนื่องจากในช่วงระยะเวลา 1 ปีอาจมีการเวียนกลับของรากเกิดขึ้น นอกจากนี้อัตราการเวียนกลับของรากยังขึ้นกับความอุดมสมบูรณ์ของปริมาณธาตุอาหารในดิน กล่าวคืออัตราการเวียนกลับของรากฝอยจะสูงขึ้นเมื่อดินมีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในดินสูง เนื่องจากรากฝอยสามารถดูดซึมธาตุอาหารเพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตของพืชได้มากทำให้กระบวนการเผาผลาญในเซลล์ของรากฝอยสูง รากฝอยจึงมีช่วงชีวิตสั้นและมีอัตราการเวียนกลับสูง (Yuan and Chen, 2012)

2.6 ผลผลิตรากฝอย

ผลผลิตรากฝอยคือ อัตราการสร้างรากฝอยของพืชในระบบนิเวศ ซึ่งจะอยู่ในหน่วยของน้ำหนักต่อพื้นที่ต่อหน่วยเวลา ผลผลิตรากฝอยคิดเป็นสัดส่วน 33-75% ของ NPP (Gower et al., 1996; Jackson et al., 1997) และมีค่าต่างกันไปในระบบนิเวศป่าแต่ละชนิด ซึ่ง Finer และคณะ (2011) ได้รวบรวมข้อมูลงานวิจัยจากฐานข้อมูลที่ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับผลผลิตรากฝอยในระบบนิเวศต่าง ๆ พบว่าผลผลิตรากฝอยมีค่าเพิ่มขึ้นจากระบบนิเวศป่าสนจนกระทั่งป่าเขตร้อน เนื่องจากผลผลิตรากฝอยเพิ่มขึ้นตามความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในดินและความชื้นในดินนอกจากนี้ผลผลิตรากฝอยจะเพิ่มขึ้นตามผลผลิตส่วนเหนือดิน และคิดเป็น 1 ใน 3 ของ NPP (Nadelhoffer and Raich, 1992) อย่างไรก็ตามการศึกษาเกี่ยวกับผลผลิตรากฝอยมีอยู่น้อย เช่น การศึกษาผลผลิตรากฝอยในป่าชายเลนในรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา (Castaneda-Moya et al., 2011) การศึกษาผลผลิตรากในป่า Norway spruce (Ostonen et al., 2005) การศึกษาพลวัตของรากในป่าที่มีลำดับขั้นของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ต่างกันในประเทศจีน (Yang et al., 2010) เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.6.1 วิธีการศึกษาผลผลิตรากฝอย

ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่ารากฝอยมีอัตราการเวียนกลับสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบนิเวศป่าเขตร้อนซึ่งบางแห่งมีอัตราการเวียนกลับของรากมากกว่า 1 รอบต่อปี เป็นเหตุให้การประมาณค่าผลผลิตรากฝอยในระบบนิเวศไม่สามารถประมาณจากผลต่างของมวลชีวภาพในช่วงระยะเวลา 1 ปีได้ ถ้าในระหว่างช่วงเวลา 1 ปี มีการเวียนกลับของรากฝอยเกิดขึ้นมากกว่า 1 รอบ

การศึกษาผลผลิตรากฝอย สามารถศึกษาได้หลายวิธีด้วยกัน ซึ่งวิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 3 วิธี ได้แก่

1. วิธี Sequential soil coring

เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการศึกษามวลชีวภาพรากและผลผลิตราก ซึ่งจะศึกษาผลผลิตรากโดยการขุดเก็บตัวอย่างรากโดยใช้ soil core เป็นระยะ ๆ ตามที่กำหนด เช่น ทุก ๆ หนึ่งเดือน หรือ สองเดือน เป็นต้น จากนั้นศึกษาผลผลิตรากฝอยจากมวลชีวภาพรากฝอยที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง วิธีนี้เป็นวิธีที่เหมาะกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพของรากฝอย แต่ไม่เหมาะกับการศึกษาอัตราการเวียนกลับของราก (Vogt et al., 1998) เนื่องจากไม่สามารถทราบถึงการตายและการเกิดขึ้นใหม่ของรากที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง

2. วิธี ingrowth cores

ศึกษาผลผลิตรากฝอยโดยใช้ตาข่ายทรงกระบอกบรรจุดินซึ่งปราศจากรากปะปน (root-free soil) หรือที่เรียกว่า ingrowth core ไปฝังในพื้นที่ศึกษา จากนั้นขุดเก็บ ingrowth core ที่ฝังเป็นระยะ ๆ เพื่อศึกษามวลชีวภาพรากฝอยที่เจริญเติบโตเข้าไปภายในตาข่ายทรงกระบอกในแต่ละครั้ง วิธีนี้เป็นวิธีที่เหมาะกับการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตรากฝอยในแต่ละพื้นที่ซึ่งได้รับปัจจัยที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามจุดอ่อนของวิธีนี้คือลักษณะทางกายภาพและเคมีของดินที่ใส่ลงในตาข่ายทรงกระบอกอาจแตกต่างกับดินในพื้นที่ศึกษาซึ่งอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตของรากเข้าไปภายใน ingrowth core (Vogt et al., 1998) นอกจากนี้ในบางการศึกษายังใช้วิธีที่มีหลักการเดียวกับวิธีนี้ในการศึกษาผลผลิตรากฝอย แต่จะใช้ถุงตาข่าย (ingrowth bag) แทนตาข่ายทรงกระบอกบรรจุดินที่ปราศจากรากแล้วนำไปฝังในพื้นที่ศึกษา

3. วิธี Minirhizotrons

ศึกษาโดยนำท่อโปร่งใสไปฝังไว้ในพื้นที่ศึกษาแล้วใช้กล้องที่มีขนาดเล็กสอดลงไปภายในท่อดังกล่าวเพื่อถ่ายภาพรากที่ระดับความลึกต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษาเป็นระยะ ๆ การศึกษาโดยวิธีนี้สามารถประมาณค่าผลผลิตรากฝอยจากข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายรากประกอบกับการเก็บตัวอย่างรากด้วยในเวลาเดียวกัน โดยข้อมูลที่ได้จากภาพถ่าย เช่น ความยาวหรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากจะนำมาสร้างความสัมพันธ์และแปลงเป็นค่ามวลชีวภาพราก วิธีนี้จะทำให้ได้ข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ เช่น root length density ลักษณะการเจริญของราก สีของราก การสะสมซูเบอรินในราก การเสื่อมสลายของราก และการอยู่ร่วมกันของรากกับสิ่งมีชีวิตอื่น เป็นต้น อีกทั้งยังเหมาะกับการศึกษาพลวัตของรากฝอย และผลกระทบของสภาวะสิ่งแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตของราก (Vogt et al., 1998) อย่างไรก็ตามการฝังท่อโปร่งใสลงในดินก็อาจส่งผลกระทบต่ออายุขัยของราก (Withington et al., 2003) และการขุดเก็บตัวอย่างรากยังมีผลต่อการประมาณค่าช่วงชีวิตของราก (Johnson et al., 2001) อีกทั้งการศึกษาโดยใช้นี้ค่อนข้างซับซ้อนและมีค่าใช้จ่ายสูง

2.6.2 การคำนวณผลผลิตรากฝอย

1. ผลต่างระหว่างมวลชีวภาพรากที่มากที่สุดและน้อยที่สุด (Maximum and minimum) (Brunner et al., 2013; Vogt et al., 1995) ซึ่งผลผลิตรากที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีนี้มักจะน้อยกว่าความเป็นจริง (Vogt et al., 1998) เนื่องจากไม่ได้คำนึงการตายของรากและการสร้างรากขึ้นใหม่ในระหว่างช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง

2. Compartment flow model หรือ Decision matrix method (Fairley and Alexander, 1985) เป็นวิธีที่พิจารณามวลชีวภาพราก มวลซากรากที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างโดยจะคำนึงถึงการหายไปโดยย่อยสลายของซากรากเป็นวิธีที่นิยมอย่างมากในการศึกษาผลผลิตรากฝอย (Brunner et al., 2013; Yang et al., 2010)

ตารางที่ 2.3 ตารางที่ใช้สำหรับคำนวณผลผลิตรากโดยวิธี Decision matrix method (Fairley and Alexander, 1985)

มวลชีวภาพรากที่เปลี่ยนแปลง	$\Delta B^{live} = +$	$\Delta B^{live} = -$	
		$\Delta B^{dead} > \Delta B^{live}$	$\Delta B^{live} > \Delta B^{dead}$
$\Delta B^{dead} = +$	$P = \Delta B^{live} + \Delta B^{dead}$	$P = \Delta B^{live} + \Delta B^{dead}$	$P = 0$
$\Delta B^{dead} = -$	$P = \Delta B^{live}$	$P = 0$	$P = 0$

เมื่อ P = ผลผลิตราก B^{live} = มวลชีวภาพ B^{dead} = มวลซากราก

3. ผลรวมของมวลชีวภาพรากที่เพิ่มขึ้น (Persson, 1978) วิธีนี้ใช้ในการคำนวณผลผลิตรากจากผลรวมของมวลชีวภาพรากที่เพิ่มขึ้นในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างรากโดยไม่ต้องคำนึงถึงความแตกต่างของมวลชีวภาพในแต่ละครั้ง ซึ่งข้อมูลผลผลิตรากที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีนี้มักจะมีค่ามากกว่าผลผลิตรากที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีอื่น ๆ และมักจะได้ค่าที่มีค่ามากกว่าความเป็นจริง (Vogt et al., 1998)

2.7 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตรากฝอย

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตรากฝอยสามารถแบ่งเป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ ปัจจัยทางชีวภาพและปัจจัยทางกายภาพ

ปัจจัยทางชีวภาพ เช่น ชนิดพันธุ์ไม้ที่เป็นองค์ประกอบในระบบนิเวศ ความหนาแน่นของต้นไม้ พื้นที่หน้าตัดรวมของต้นไม้ อายุป่า ลำดับของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในป่า (Quan et al., 2010; Yang et al., 2010; Yuan and Chen, 2010) เป็นต้น

ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นในดิน ความลาดชันของพื้นที่ ลักษณะเนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในดิน (Jiménez et al., 2009; Jourdan et al., 2008; Stewart, 2000; Yuan and Chen, 2012)

ชนิดพันธุ์ไม้ที่เป็นองค์ประกอบในระบบนิเวศ

ผลผลิตรากฝอยจะแตกต่างกันในระบบนิเวศที่มีองค์ประกอบชนิดพันธุ์ไม้ที่แตกต่างกัน (Finer et al., 2011; Quan et al., 2010) เนื่องจากพืชแต่ละชนิดย่อมมีรูปแบบของการเจริญเติบโตของรากที่แตกต่างกัน อีกทั้งยังมีความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน (Persson, 2000; Yanai and Eissenstat, 2002)

ความหนาแน่นของเรือนยอดและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

ในป่าที่มีความหนาแน่นของเรือนยอดสูงจะมีผลผลิตรากฝอยสูง เนื่องจากความหนาแน่นของเรือนยอดต้นไม้สูงย่อมส่งผลให้มีการสร้างอาหารเพื่อที่จะส่งไปยังรากได้มากอีกทั้งการที่พืชมีลำต้นขนาดใหญ่ส่งผลให้มีการสร้างรากฝอยเป็นจำนวนมากเพื่อที่จะสามารถดูดซึมน้ำและธาตุอาหารให้เพียงพอกับความต้องการของพืช (Yang et al., 2010)

อายุและลำดับของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในป่า

Yang และคณะ (2010) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับพลวัตของรากฝอยในป่าที่มีลำดับในการเปลี่ยนแปลงแทนที่ต่างกันของประเทศจีน พบว่าผลผลิตรากฝอยจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในป่าและอายุป่า เนื่องจากในป่าที่มีอายุมากขึ้นหรือมีลำดับในการเปลี่ยนแปลงแทนที่สูงขึ้นจะมีความหนาแน่นรวมทั้งปริมาตรของลำต้นพืชในป่ามาก ซึ่งส่งผลให้พืชสร้างรากฝอยจำนวนมากเพื่อให้สามารถดูดซึมน้ำและธาตุอาหารได้เพียงพอต่อความต้องการของพืช (Gill and Burke, 1999)

อุณหภูมิดิน

ผลผลิตรากฝอยจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิดิน เนื่องจากอุณหภูมิส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในดิน (Yuan and Chen, 2012) กล่าวคือในบริเวณที่มีอุณหภูมิดินสูงย่อมมีอัตราการย่อยสลายในดินสูงด้วย ส่งผลให้ปริมาณสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินสูงกว่าในดินที่มีอุณหภูมิต่ำ ความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในดินจะส่งผลต่อผลผลิตรากฝอยของพืชในระบบนิเวศ

ความชื้นในดิน

ความชื้นในดินจะส่งผลต่อการลำเลียงสารอาหารในดินโดยดินที่มีความชื้นสูงกว่าทำให้สารอาหารในดินอยู่ในรูปของสารละลาย ทำให้สารอาหารย่อมถูกลำเลียงและดูดซึมโดยพืชได้ง่ายกว่า

ดินที่มีความชื้นต่ำ ส่งผลให้บริเวณที่มีความชื้นในดินสูงผลผลิตรากฝอยจะมีค่าสูงกว่าบริเวณที่มีความชื้นในดินต่ำ (Yuan and Chen, 2012)

ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน

ความหนาแน่นรวมของดินจะส่งผลต่อผลผลิตรากฝอย เนื่องจากดินที่มีขนาดอนุภาคเล็กจะเรียงตัวกันอย่างหนาแน่นทำให้มีช่องว่างระหว่างอนุภาคดินน้อย ทำให้ดินที่มีอนุภาคของดินขนาดเล็กในสัดส่วนสูงมีความหนาแน่นรวมของดินมาก ซึ่งช่องว่างระหว่างอนุภาคดินจะส่งผลต่อการถ่ายเทอากาศและน้ำภายในดิน ดินที่มีความหนาแน่นรวมของดินมากจะมีการถ่ายเทอากาศและน้ำภายในดินได้น้อย ซึ่งจะกระทบต่อการเจริญเติบโตของรากฝอย กล่าวคือหากอากาศและน้ำไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของราก ผลผลิตรากฝอยก็จะลดลง อีกทั้งการที่ดินมีความหนาแน่นรวมมากยังส่งผลให้การแตกแขนงของรากฝอยในดินเป็นไปอย่างจำกัด (Goodman and Ennos, 1998; Pezeshki et al., 1993; Sands et al., 1979)

ความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในดิน

เนื่องจากไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินเป็นธาตุอาหารที่มีความจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ธาตุทั้งสองชนิดจะส่งผลต่อผลผลิตรากฝอยกล่าวคือ ผลผลิตรากฝอยจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณไนโตรเจนในดิน (Mei et al., 2009) เช่นเดียวกับ Yuan และคณะ (2012) ซึ่งรวบรวมผลการศึกษาเกี่ยวกับผลผลิตรากฝอยและความอุดมสมบูรณ์ของปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินของระบบนิเวศป่าบกหลาย ๆ พื้นที่พบว่าผลผลิตรากฝอยจะเพิ่มขึ้นเมื่อความอุดมสมบูรณ์ของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินยังเป็นปัจจัยจำกัดในการเจริญเติบโตของพืชป่าชายเลน (สนิท อักษรแก้ว, 2541) ซึ่งจะมีผลต่อผลผลิตรากฝอยในป่าชายเลนดังเช่นการศึกษาโดย Castaneda-Moya และคณะ (2011) เกี่ยวกับผลผลิตรากฝอยของป่าชายเลนในรัฐฟลอริดา ของประเทศสหรัฐอเมริกาที่พบว่าผลผลิตรากฝอยจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณฟอสฟอรัสในดิน เนื่องจากในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ของปริมาณฟอสฟอรัสสูงพืชจะมีอัตราการเวียนกลับของรากฝอยสูงและส่งผลให้ผลผลิตรากฝอยสูง

การศึกษาเกี่ยวกับผลผลิตรากในระบบนิเวศป่าชายเลนยังมีการศึกษาอยู่น้อยเมื่อเทียบกับผลผลิตของส่วนเหนือดิน โดยผลผลิตรากในป่าชายเลนในแต่ละพื้นที่จะได้รับอิทธิพลจากหลายปัจจัย เช่น การขึ้นลงของน้ำทะเล ความเค็มของดิน (Twilley et al., 1986) การเกิดภาวะขาดออกซิเจนของดิน ซึ่งหากออกซิเจนในดินไม่เพียงพอต่อความต้องการในการเจริญเติบโตของรากพืชจะทำให้รากพืชเจริญเติบโตได้อย่างจำกัด (Pezeshki et al., 1993) นอกจากนี้ผลผลิตรากในป่าชายเลนยังขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดิน ซึ่งการศึกษา อีกทั้งผลผลิตรากในป่าชายเลนบริเวณนี้ยังขึ้นอยู่กับลักษณะถิ่นที่อยู่ของป่าชายเลนซึ่งป่าชายเลนที่อยู่บริเวณชายฝั่งทะเลหรือชายฝั่งของเกาะจะมีผลผลิตรากสูงกว่าป่าชายเลนที่อยู่ลึกเข้า

ไปในแผ่นดิน ดังเช่นการศึกษาโดย Castaneda-Moya และคณะ (2011) ที่ศึกษาผลผลิตรากฝอยในป่าชายเลนในรัฐฟลอริดาของประเทศสหรัฐอเมริกาด้วยวิธี ingrowth core พบว่าผลผลิตรากฝอยในป่าชายเลนที่อยู่บริเวณแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเลเปรียบเทียบกับผลผลิตรากในป่าชายเลนที่มีน้ำท่วมขังอยู่เสมอพบว่าผลผลิตรากฝอยของป่าชายเลนที่อยู่บริเวณแม่น้ำมีผลผลิตรากฝอยสูงกว่าป่าชายเลนที่มีน้ำท่วมขังอยู่เสมอ 1.2 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากป่าชายเลนบริเวณแม่น้ำมีความอุดมสมบูรณ์ของฟอสฟอรัสในดินสูงกว่าอีกทั้งดินในป่าชายเลนที่น้ำท่วมขังยังอยู่ในภาวะขาดออกซิเจนอยู่เสมอทำให้การเจริญเติบโตของรากเป็นไปได้อย่างจำกัด

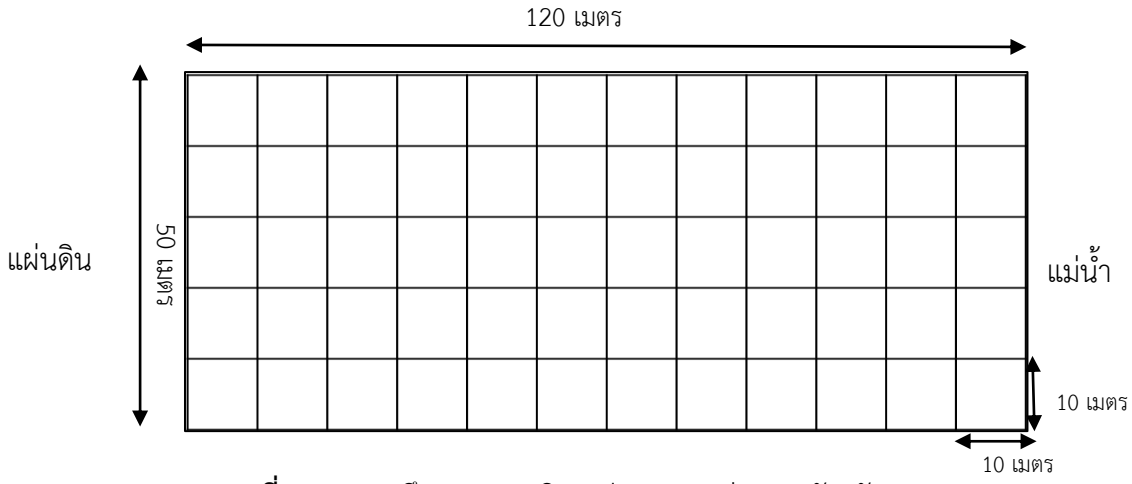
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 พื้นที่ศึกษา

ศึกษาในแปลงศึกษาถาวรขนาด 50×120 ตารางเมตรยาวตั้งฉากกับแนวแม่น้ำในป่าชายเลนรุ่นสองบริเวณปากแม่น้ำตราด (12°12'N,102°33'E) (ภาพที่ 3.1) ของหน่วยปฏิบัติการวิจัยพฤกษนิเวศวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งอยู่ภายใต้การดูแลของศูนย์วิจัยทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ตำบลวังกระแจะ จังหวัดตราด โดยภายในแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10×10 ตารางเมตรจำนวน 60 แปลง (ภาพที่ 3.2) ซึ่งในอดีตป่าชายเลนในบริเวณนี้มีความอุดมสมบูรณ์ ต่อมาประชาชนเข้าไปใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ป่า เช่น การตัดไม้เพื่อเผาถ่าน ทำเครื่องเรือน และอุปกรณ์สำหรับทำประมง รวมทั้งการทำนากุ้ง เป็นต้น ทำให้ป่าชายเลนในบริเวณนี้เสื่อมโทรมลง จนกระทั่งมีหน่วยงานของรัฐบาลด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ได้เข้ามาฟื้นฟูสภาพป่าชายเลนขึ้น ลักษณะของป่าชายเลนในบริเวณนี้มีการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ที่ชัดเจนได้แก่ เขตไม้แสม เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ตามลำดับจากริมฝั่งแม่น้ำเข้าไปด้านในแผ่นดิน

ภาพที่ 3.1 พื้นที่ศึกษาในป่าชายเลนรุ่นสองซึ่งตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำตราด
(จาก maps.google.com)



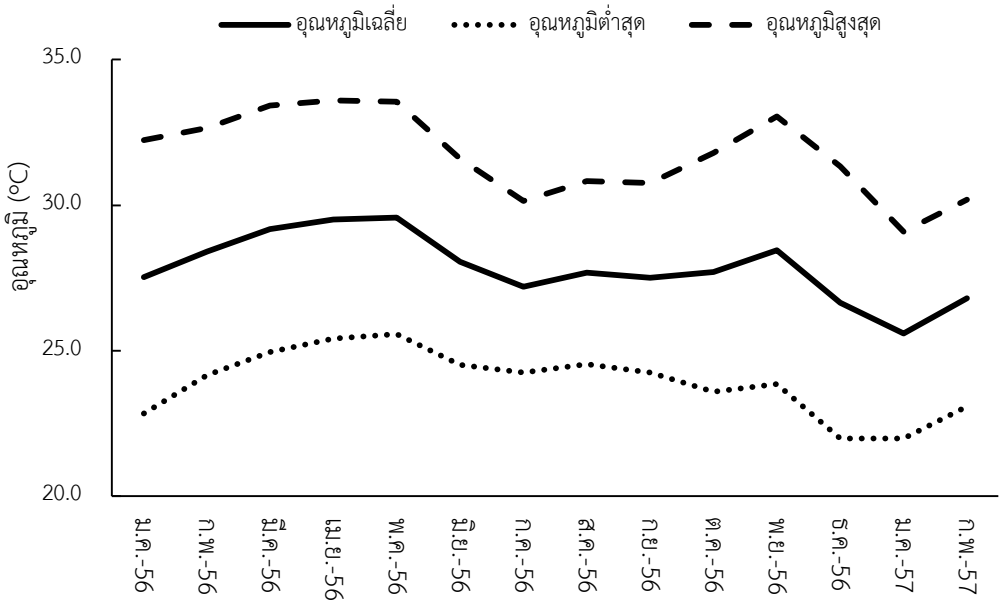
ภาพที่ 3.2 แปลงศึกษาถาวรบริเวณป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด

3.2 ลักษณะภูมิอากาศ

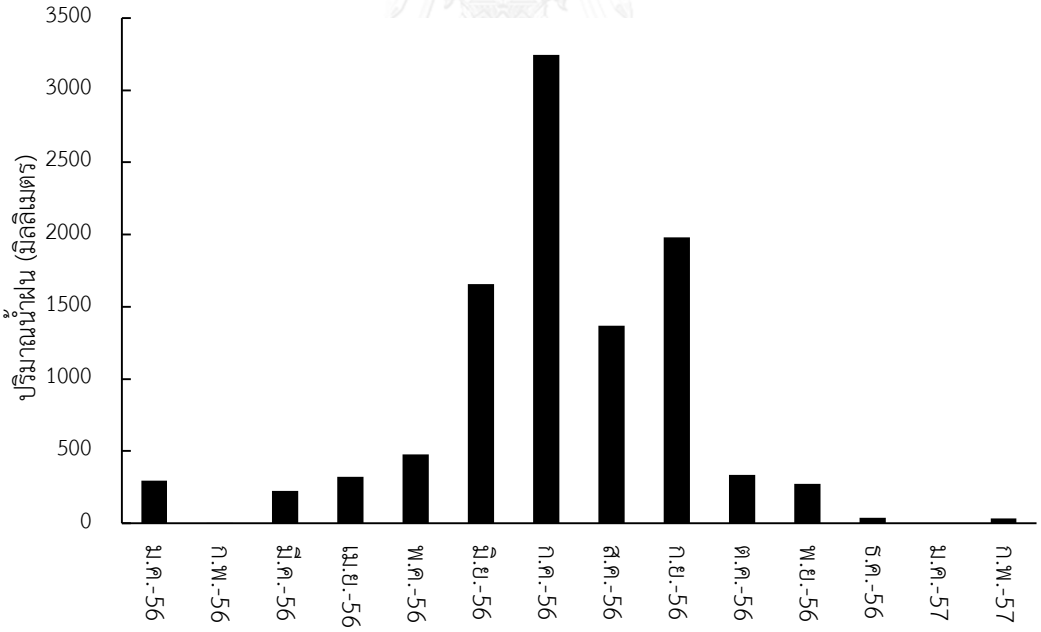
สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปอากาศค่อนข้างร้อน โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 25.6-29.6 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 29.5 องศาเซลเซียสในเดือนเมษายน 2556 และต่ำสุดเท่ากับ 25.6 องศาเซลเซียสในเดือนมกราคม 2557 (ภาพที่ 3.3)

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557 เท่ากับ 10256 มิลลิเมตร โดยในเดือนกรกฎาคม 2556 มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุด (3245 มิลลิเมตร) และเดือนมกราคม 2557 มีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุด (ภาพที่ 3.4)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 3.3 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในช่วง เดือนกุมภาพันธ์ 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557 (กรมอุตุนิยมวิทยา, ประเทศไทย)



ภาพที่ 3.4 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557 (กรมอุตุนิยมวิทยา, ประเทศไทย)

3.3 โครงสร้างป่า

วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at breast height; DBH) และติดหมายเลขต้นไม้ที่มีขนาด DBH ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป พร้อมทั้งจำแนกชนิดและนับจำนวน สำหรับไม้สกุล *Rhizophora* ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณเหนือคอรากค้ำยันซึ่งหยั่งลงพื้นดินที่ 30 เซนติเมตร ($D_{R0.3}$) วัดความสูงของต้นไม้แต่ละต้นพร้อมทั้งระบุตำแหน่งและทำแผนที่พันธุ์ไม้

3.3.1 วิเคราะห์เขตพันธุ์ไม้

วิเคราะห์ข้อมูลเขตพันธุ์ไม้โดยการคำนวณค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ (Important Value Index, IVI) ใน 5 แปลงศึกษาย่อยทุก ๆ ระยะ 10 เมตร จากริมแม่น้ำเข้าไปในแผ่นดิน โดยค่าดัชนีความสำคัญสามารถคำนวณได้จากผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ค่าความเด่นสัมพัทธ์ และค่าความถี่สัมพัทธ์ดังนี้

ค่าดัชนีความสำคัญ = ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ + ค่าความเด่นสัมพัทธ์ + ค่าความถี่สัมพัทธ์

$$\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{ความหนาแน่นของต้นไม้ชนิดหนึ่ง} \times 100}{\text{ผลรวมของความหนาแน่นของต้นไม้ทุกชนิด}}$$

$$\text{ความหนาแน่นของต้นไม้ชนิดหนึ่ง} = \frac{\text{จำนวนต้นทั้งหมดของต้นไม้ชนิดหนึ่ง}}{\text{พื้นที่ทั้งหมด}}$$

$$\text{ความเด่นสัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ชนิดหนึ่ง} \times 100}{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ทุกต้น}}$$

$$\text{ความถี่สัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{ความถี่ของต้นไม้ชนิดหนึ่ง} \times 100}{\text{ความถี่ของต้นไม้ทุกต้น}}$$

$$\text{ความถี่ของต้นไม้ชนิดหนึ่ง} = \frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่ชนิดไม้นั้นปรากฏ} \times 100}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่สำรวจ}}$$

Chulalongkorn University

3.4 ประมาณมวลชีวภาพรากใต้ดินโดยใช้สมการแอลโลเมตรีทั่วไป

คำนวณมวลชีวภาพรากใต้ดินทั้งหมดของต้นไม้ทุกต้นที่พบในแปลงศึกษาก่อนเริ่มการทดลอง โดยใช้สมการแอลโลเมตรีทั่วไปสำหรับพืชป่าชายเลนของ Komiyama และคณะ (2005) ดังนี้

$W_R = 0.199\rho^{0.899}D^{2.22}$

W_R หมายถึงน้ำหนักรากของต้นไม้ (กิโลกรัม)

D หมายถึง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นบริเวณเหนือคอราก 30 เซนติเมตร สำหรับไม้สกุลโกงกาง ($D_{R0.3}$) หรือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของลำต้น (DBH) สำหรับไม้สกุลอื่น ๆ (เซนติเมตร)

ρ หมายถึงค่าความหนาแน่นเนื้อไม้ของพืชแต่ละชนิด (ตัน/ลูกบาศก์เมตร) (ตารางที่ 3.1)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 1 ปี คำนวณมวลชีวภาพรากทั้งหมดอีกครั้ง จากนั้นคำนวณมวลชีวภาพรากทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นจากผลต่างของมวลชีวภาพรากทั้งหมดก่อนและหลังการทดลอง

ตารางที่ 3.1 ความหนาแน่นเนื้อไม้ของพืชป่าชายเลน

ชนิดพันธุ์ไม้	*P* (ตัน/ลูกบาศก์เมตร)
แสมขาว (*Avicennia alba* Blume)	0.506
ประสักดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Savigny)	0.699
ประสักดอกขาว (*Bruguiera sexangula* (Lour.) Poir.)	0.626*
โปรงแดง (*Ceriops tagal* (Perr.) C.B. Rob.)	0.746
หงอนไก่ทะเล (*Heritiera littoralis* Dryand.)	0.688*
ฝาดแดง (*Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt)	0.583*
โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume)	0.770
โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir)	0.701
ลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.)	0.340
ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koenig)	0.528

ที่มา (Komiyama et al., 2005)

* (Poungparn, 2003)

3.5 มวลชีวภาพรากใต้ดินเมื่อเริ่มทำการทดลอง

3.5.1 ใช้ soil core ที่ทำจากท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.35 เซนติเมตร เจาะดินเพื่อเก็บตัวอย่างรากที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร เขตพันธุ์ไม้ละ 15 ซ้ำ จำนวนทั้งสิ้น 45 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างเมื่อเริ่มทำการทดลอง (เดือนกุมภาพันธ์ 2557)

3.5.2 ล้างทำความสะอาดรากจำแนกรากมีชีวิตและรากที่ตายแล้ว โดยรากมีชีวิตจะลอยน้ำ สด อวบ และมีสีอ่อน เช่น สีขาว สีครีม รวมถึงเนื้อเยื่อภายในรากยังคงเป็นสีขาว ส่วนรากที่ตายแล้วจะมีสีเข้ม ฝ่อ และจมน้ำ (Vogt and Person, 1991) (ภาพที่ 3.5) รากที่มีชีวิตจะถูกแบ่งตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากตามเกณฑ์ของ Karizumi (1974) ได้แก่ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 มิลลิเมตร (รากฝอย) มากกว่า 2-5 มิลลิเมตร (รากขนาดเล็ก) มากกว่า 5-10 มิลลิเมตร (รากขนาดกลาง) และมากกว่า 10 มิลลิเมตร (รากขนาดใหญ่) (ภาพที่ 3.6) จากนั้นนำรากทั้งหมดไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักรากคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้ง แล้วคำนวณความหนาแน่นราก (กรัม/ปริมาตร) และสัดส่วนของปริมาณรากฝอยต่อรากทั้งหมด

3.6 ผลผลิตรากฝอย

3.6.1 การเตรียม ingrowth core

เย็บตาข่ายพลาสติกขนาดตาตาข่าย 5 มิลลิเมตร ให้เป็นทรงกระบอกสูง 30 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร โดยเย็บตาข่ายยึดกับห่วงพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ทุกระยะ 10 เซนติเมตร และที่ปลายของตาข่ายทรงกระบอก (ภาพที่ 3.7 ก) จากนั้นเก็บดินจากดินดอนบริเวณปากแม่น้ำตราด นำมากรองผ่านตาข่ายไนลอนขนาดตาตาข่ายประมาณ 2 มิลลิเมตร เพื่อให้ได้ดินเลนเปล่าที่ปราศจากเศษรากและขยะ (ภาพที่ 3.8) แล้วจึงบรรจุดินเลนเปล่าให้เต็มตาข่ายทรงกระบอก โดยดินที่บรรจุจะมีปริมาตรประมาณ 370 มิลลิลิตร ซึ่งตาข่ายทรงกระบอกที่บรรจุดินเลนเลนเปล่านั้นเรียกว่า ingrowth core (ภาพที่ 3.7 ข)

3.6.2 การฝัง ingrowth core

ฝัง ingrowth core ในแนวดิ่งตั้งฉากกับผิวดิน และให้ปลายท่อเสมอผิวดิน (ภาพที่ 3.9) ในเขตพันธุ์ไม้ต่าง ๆ โดยฝังภายในแปลงย่อยขนาด 10×10 ตารางเมตรจำนวน 5 แปลงในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ แปลงย่อยละ 6 ท่อ โดยทำการฝังในวันที่ 17 ก.พ. 2556 (สำหรับขุดเก็บ ingrowth core ที่ระยะเวลา 1 1.5 2 4 6 8 10 และ 12 เดือน) รวมทั้งสิ้น 120 ท่อ ปล่อยให้รากเจริญเข้าไปภายใน ingrowth core (ภาพที่ 3.10)

3.6.3 การเก็บ ingrowth core

ขุดเก็บ ingrowth core ที่ฝังไว้ในแปลงย่อย แปลงละ 1 ท่อรวมทั้งสิ้น 5 ท่อต่อหนึ่งเขตพันธุ์ไม้ เวลาทั้งสิ้น 1 ปี โดยขุดให้ติดดินโดยรอบ ingrowth core และระมัดระวังไม่ให้รากที่เจริญเข้าไปภายใน ingrowth core หลุดออกมา (ภาพที่ 3.11 ก) จากนั้นใช้มีดและกรรไกรค่อย ๆ ตัดดินออกให้เหลือเฉพาะ ingrowth core (ภาพที่ 3.11 ข) ล้างทำความสะอาดรากที่เกิดขึ้นภายใน ingrowth core โดยใช้น้ำประปาล้างผ่านตะแกรงตาข่ายขนาดตาตาข่าย 0.2 มิลลิเมตร จากนั้นจำแนกรากเป็นรากมีชีวิตและรากไม่มีชีวิต พร้อมทั้งแยกรากมีชีวิตตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากเช่นเดียวกับการศึกษารากเมื่อเริ่มทำการทดลองแล้วจึงนำรากทั้งหมดไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักรากคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้งของรากและคำนวณมวลชีวภาพรากและมวลซากราก (มวลของรากไม่มีชีวิต)

3.6.4 คำนวณผลผลิตและอัตราการเวียนกลับรากฝอย

1) คำนวณผลผลิตรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ทุก ๆ 2 เดือน จากมวลชีวภาพรากมีชีวิตและมวลซากรากตามวิธีของ Fairley และ Alexander (1985) ซึ่งใช้เมตริกดังตารางต่อไปนี้

มวลชีวภาพรากที่เปลี่ยนแปลง	$\Delta B^{live} = +$	$\Delta B^{live} = -$	
		$\Delta B^{dead} > \Delta B^{live}$	$\Delta B^{live} > \Delta B^{dead}$
$\Delta B^{dead} = +$	$P = \Delta B^{live} + \Delta B^{dead}$	$P = \Delta B^{live} + \Delta B^{dead}$	$P = 0$
$\Delta B^{dead} = -$	$P = \Delta B^{live}$	$P = 0$	$P = 0$

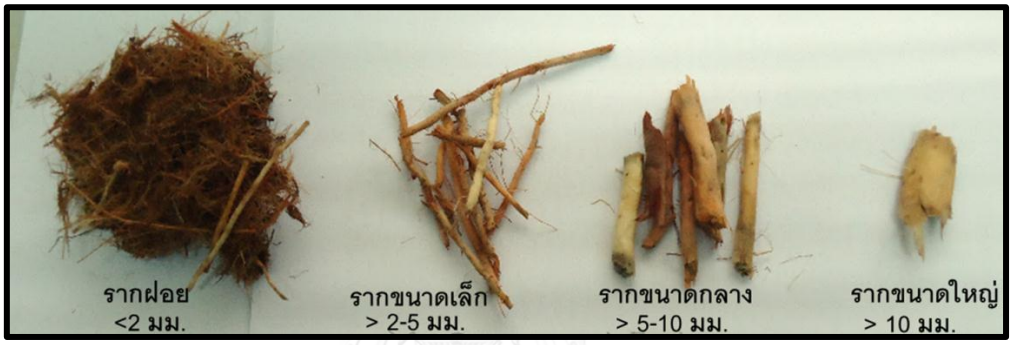
เมื่อ P = ผลผลิตราก B^{live} = มวลชีวภาพ, และ B^{dead} = มวลซากราก ที่พบใน ingrowth core

2) คำนวณผลผลิตรากฝอยในรอบปี (ตัน/เฮกแตร์/ปี) ได้จากผลรวมของผลผลิตรากฝอยที่คำนวณได้ทุก ๆ 2 เดือนตลอดระยะเวลา 1ปี

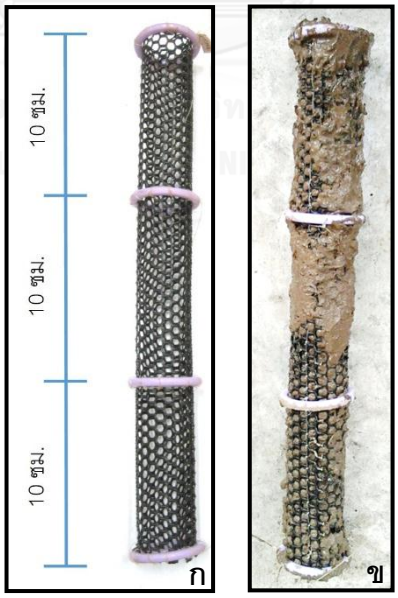
3) คำนวณอัตราการเวียนกลับของรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้จากความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตรากฝอยในรอบปีกับมวลชีวภาพรากฝอย (Dahlman and Kucera, 1965) ดังนี้

$$\text{อัตราการเวียนกลับของรากฝอย (รอบ/ปี)} = \frac{\text{ผลผลิตรากฝอยในรอบปี (ตัน/เฮกแตร์/ปี)}}{\text{มวลชีวภาพรากฝอยเมื่อเริ่มทำการทดลอง (ตัน/เฮกแตร์)}}$$

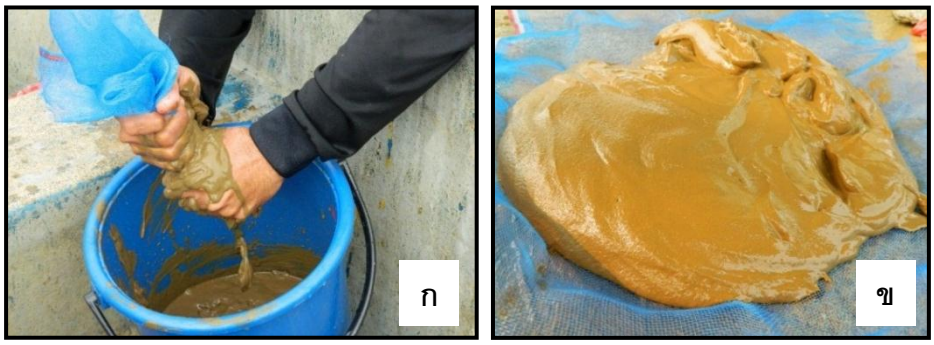
ภาพที่ 3.5 การแยกรากมีชีวิตและรากที่ตายแล้ว (ก) รากมีชีวิต (ข) รากตาย



ภาพที่ 3.6 จำแนกรากตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางราก

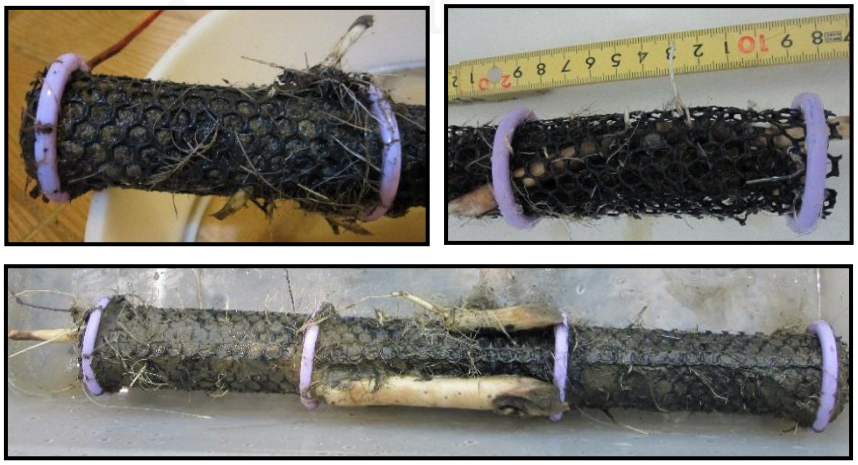


ภาพที่ 3.7 ตาข่ายทรงกระบอกที่ใช้บรรจุดินในการเตรียม ingrowth core (ก) ลักษณะของตาข่ายทรงกระบอก (ข) ingrowth core

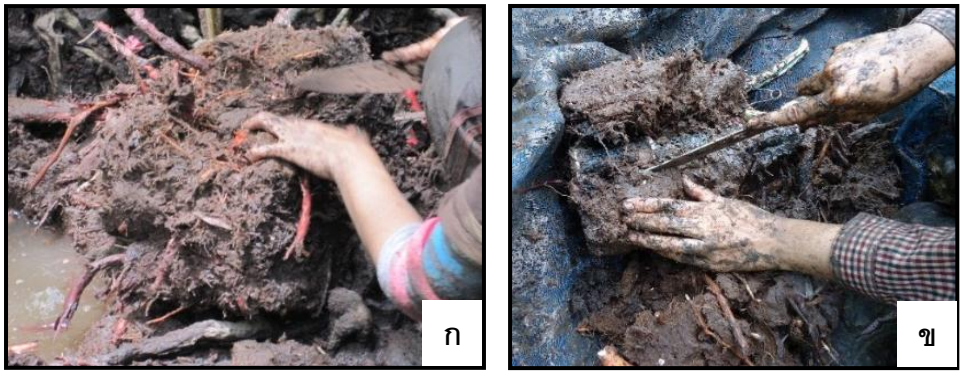


ภาพที่ 3.8 ดินเลนจากปากแม่น้ำที่ใช้บรรจุลงในตาข่ายทรงกระบอก (ก) การกรองดินเลนปากแม่น้ำผ่านตาข่าย (ข) ดินเลนเปล่าที่ปราศจากเศษรากและขยะ

ภาพที่ 3.9 การฝัง ingrowth core



ภาพที่ 3.10 รากที่เจริญเติบโตเข้าไปภายใน ingrowth core



ภาพที่ 3.11 การขุดเก็บ ingrowth core (ก) ลักษณะการขุด ingrowth core (ข) การตัดดินที่อยู่รอบ ๆ ingrowth core ออก

3.7 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

3.7.1 อุณหภูมิ: ติดตั้ง temperature sensors และ data loggers (TidbiT v2 Temp logger, Onset Computer Co., Ltd.) สำหรับบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ (ภาพที่ 3.12) โดยฝังอุปกรณ์ดังกล่าวที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตรจากผิวดินเพื่อบันทึกอุณหภูมิดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้, บรรจุ sensor ในตาข่ายทรงกระบอกแล้วติดไว้กับเสาในระดับที่จมน้ำอยู่ตลอดเวลาเพื่อบันทึก อุณหภูมิน้ำ บรรจุ sensor ในตาข่ายทรงกระบอกแล้วมัดไว้กับต้นไม้ในแปลงศึกษาในระดับที่น้ำไม่สามารถท่วมถึงเพื่อวัดอุณหภูมิอากาศ สำหรับการบันทึกข้อมูลนั้น sensor ทุกตัวจะบันทึก อุณหภูมิโดยอัตโนมัติทุก ๆ 30 นาที ตั้งแต่เดือน ส.ค. 2556 ถึง เดือน ก.พ. 2557

3.7.2 ความลาดชันของพื้นที่: วัดระดับความสูงของพื้นที่จากจุดอ้างอิงโดยใช้เครื่องมือ Siteline Builder Level (ภาพที่ 3.13) ตามแนวตั้งฉากกับแม่น้ำในขณะที่น้ำลงต่ำสุด วัดความสูงทั้งตามยาวและตามขวางกับแม่น้ำทุก ๆ ระยะ 10 เมตรไปจนกระทั่งสิ้นสุดแนวแปลง เพื่อนำมาคำนวณความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่โดยเปรียบเทียบกับความสูงของจุดอ้างอิง จากนั้นนำความสูงสัมพัทธ์ที่ได้มาสร้างเป็นเส้น contour เพื่อแสดงถึงความลาดชันของพื้นที่ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

3.7.3 ช่วงเวลาที่พื้นที่ศึกษาถูกน้ำท่วม: เก็บข้อมูลจากระยะเวลาที่น้ำลงต่ำสุดถึงน้ำท่วมสูงสุดใน แต่ละเขตพันธุ์ไม้ ของทุกฤดูกาล ได้แก่ ฤดูฝน และ ฤดูแล้ง ในวันที่ 18 และ 19 ส.ค. 19 ต.ค. 2556 (ฤดูฝน) และ 20 ก.พ. 2557 (ฤดูแล้ง) โดยบันทึกหมายเลขต้นไม้ที่ขอบน้ำขึ้นไปทุก ๆ 15 นาทีโดยประมาณ แล้วจึงคำนวณระยะเวลาที่แต่ละเขตพันธุ์ไม้ถูกน้ำท่วม โดยหาผลรวมของระยะเวลาที่น้ำเริ่มท่วมจนถึงด้านในของแต่ละเขตพันธุ์ไม้เทียบกับการขึ้นลงของน้ำในหนึ่งรอบ

3.7.4 ระดับของน้ำใต้ดินของทุกฤดูกาล ได้แก่ ฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยสุ่มขุดหลุมลึก 30 เซนติเมตร จำนวน 3 จุดในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ในระหว่างที่น้ำลงต่ำสุด จากนั้นใช้ไม้บรรทัดวัดระยะห่าง

ระหว่างผิวดินกับขอบของน้ำในหลุม และคำนวณระดับน้ำใต้ดินจากผลต่างของความลึกของหลุมกับระยะห่างระหว่างผิวดินกับขอบของน้ำในหลุมแล้วเปรียบเทียบกันในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

3.7.5 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

1) ลักษณะเนื้อดิน: เก็บตัวอย่างดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้โดยใช้ soil core ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร จากผิวดินจำนวนเขตละ 5 ซ้ำ นำไปผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง บดและร่อนผ่านตะแกรงสแตนเลสขนาดตาตาข่าย 2 ตารางมิลลิเมตร แล้วนำไปวิเคราะห์เนื้อดินโดยใช้วิธี Hydrometer method (Bouyoucos, 1926) (ภาพที่ 3.14) สัดส่วนดินที่ได้จากการวิเคราะห์จะนำไปเปรียบเทียบจากแผนภาพสามเหลี่ยมจำแนกชนิดดินเพื่อจำแนกลักษณะเนื้อดิน

2) ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density): ศึกษาโดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินทรงกระบอกที่ทราบปริมาตรแน่นอนเก็บตัวอย่างดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ เขตละ 5 ซ้ำ นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วชั่งน้ำหนักแห้งของดินจากนั้นคำนวณความหนาแน่นรวมของดินจากสัดส่วน น้ำหนักแห้งของดินต่อปริมาตร

3) วิเคราะห์คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และอินทรียสารในดิน: เก็บตัวอย่างดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้โดยใช้ soil core ที่ ระดับความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวดินจำนวนเขตพันธุ์ไม้ละ 5 ซ้ำ นำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่มอุณหภูมิห้อง บด และร่อนผ่านตะแกรงสแตนเลสขนาดตาข่าย 0.5 ตารางมิลลิเมตรจากนั้นวิเคราะห์ปริมาณ ไนโตรเจนด้วยวิธี Acid digestion วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสด้วยวิธี Bray II extraction และวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนและอินทรียสารในดินด้วยวิธี Walkley-Black method (Jackson, 1973) (ส่งตัวอย่างดินวิเคราะห์)

4) วัดค่าศักย์การนำไฟฟ้า (Redoxpotetial; Eh) ของดินโดยใช้อุปกรณ์สำหรับวัดค่าpH และ Oxidation-Reduction potential (ORP) ในดิน (SG2 – SevenGo™ pH, Mettler Toledo) (ภาพที่ 3.15) วัดค่า Eh ของดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ที่ระดับความลึก 5 เซนติเมตร บริเวณใกล้กับที่ฝัง ingrowth core ทุก ๆ สองเดือนพร้อมกับการขุดเก็บ ingrowth core

5) วัดค่า pH และความเค็มของดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกประมาณ 30 เซนติเมตรไปวัดค่า pH ในอัตราส่วนน้ำหนักแห้งของดิน: น้ำ เป็น 1: 1 โดยใช้ pH meter และ วัดค่าความเค็มของดินในอัตราส่วนน้ำหนักแห้งของดิน: น้ำ เป็น 1: 5 โดยใช้เครื่อง Electrical Conductivity meter

3.8 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของมวลชีวภาพรากทั้งหมดและมวลชีวภาพรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้โดยใช้ One-way Analysis of Variance (ANOVA) จากนั้นใช้ Duncan’s multiple range test วิเคราะห์ความแตกต่างของมวลชีวภาพรากและมวลชีวภาพรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ กรณีที่พบว่า

มวลชีวภาพรากทั้งหมดและรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และวิเคราะห์ความแตกต่างของสัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้โดยใช้การทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 19 สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows

วิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิตรากฝอยและปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแต่ละเขตพันธุ์ไม้โดยใช้ One-way Analyses of Variance (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 19 สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows

ภาพที่ 3.12 Temperature sensors และ Data loggers สำหรับบันทึกอุณหภูมิดิน น้ำ และอากาศ

ภาพที่ 3.13 เครื่องมือ Instrument siteline builders level tools สำหรับวัดความลาดชันของพื้นที่

ภาพที่ 3.14 การวิเคราะห์เนื้อดินด้วยวิธี Hydrometer method

Chulalongkorn University

ภาพที่ 3.15 เครื่องมือสำหรับวัดค่า Oxidation-Reduction potential (ORP) ในดิน (รุ่น SG2 – SevenGo™ ของบริษัท Mettler Toledo)

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 โครงสร้างป่า

ป่าชายเลนรุ่นสองภายในแปลงศึกษาถาวรขนาด 50×120 ตารางเมตร ของหน่วยปฏิบัติการวิจัยพฤกษนิเวศวิทยาบริเวณปากแม่น้ำตราดมีลักษณะโครงสร้างป่าโดยรวมคือ มีความหนาแน่นของต้นไม้ 1935 ต้น/เฮกแตร์ พื้นที่หน้าตัดรวมของต้นไม้ 13.80 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 11.8 เซนติเมตร นอกจากนี้ป่าชายเลนบริเวณนี้ยังมีการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ที่ชัดเจน ซึ่งจากการคำนวณค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดจากริมฝั่งเข้าไปในแผ่นดินพบว่าป่าชายเลนบริเวณนี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 เขตพันธุ์ไม้ ได้แก่ เขตไม้แสม เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1) โดยที่ระยะ 0-40 เมตร จากริมฝั่งแม่น้ำ แสมขาว (*Avicennia alba* Blume) มีค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้มากที่สุด จึงเรียกบริเวณนี้ว่าเขตไม้แสม ขณะที่ระยะ 40-50 และ 50-60 เมตร จากริมฝั่งแม่น้ำ โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir) เป็นพืชที่มีค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้มากที่สุด และที่ 60-70 70-80 80-90 และ 90-100 เมตร จากริมฝั่งแม่น้ำโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume) มีค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้มากที่สุด จึงเรียกที่ระยะห่าง 40-90 เมตร จากริมฝั่งแม่น้ำว่าเขตไม้โกงกาง และที่ระยะ 100-120 เมตร จากริมฝั่งแม่น้ำตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* K.D. Koenig) มีค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้มากที่สุด (ตารางที่ 4.1) จึงเรียกว่าเขตไม้ตะบูน โดยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีลักษณะโครงสร้างป่าที่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1.1 เขตไม้แสม (*Avicennia* zone)

เขตไม้แสมเป็นเขตที่อยู่ติดกับแม่น้ำ มีพื้นที่ 2000 ตารางเมตร มีความหนาแน่นของต้นไม้น้อยที่สุดคือ 1420 ต้น/เฮกแตร์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 12.5 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัดรวมของลำต้น 24.4 ตารางเมตร/เฮกแตร์ มีมวลชีวภาพทั้งหมดเท่ากับ 238.28 ตัน/เฮกแตร์ โดยแบ่งเป็นมวลชีวภาพส่วนเหนือดินและมวลชีวภาพรากเท่ากับ 135.1 และ 169.9 ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) เขตไม้แสมประกอบด้วยพันธุ์ไม้ 4 ชนิด ได้แก่ แสมขาว (*A. alba*) ลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) และโกงกางใบเล็ก (*R. apiculata*) โดยลำพูจะกระจายอยู่เป็นพื้นที่แคบ ๆ บริเวณติดกับแม่น้ำ และมีแสมขาวกระจายอยู่อย่างหนาแน่นทำให้พบรากหายใจ (pneumatophore) กระจายอยู่ทั่วทั้งพื้นที่ (ภาพที่ 4.2)

4.1.2 เขตไม้โกงกาง (*Rhizophora* zone)

เขตไม้โกงกางเป็นเขตที่อยู่ถัดเข้ามาจากเขตไม้แสม มีพื้นที่มากที่สุดคือ 3000 ตารางเมตร ความหนาแน่นของต้นไม้ 1714 ต้น/เฮกแตร์ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 13.4 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัดรวมของลำต้น 29.8 ตารางเมตร/เฮกแตร์ มวลชีวภาพของส่วนเหนือดิน 252.1 ตัน/เฮกแตร์ (ตารางที่ 4.2) เขตไม้โกงกางมีไม้สกุลโกงกางกระจายอยู่ทั่วไปทำให้พบรากค้ำยัน (prop root) กระจายอย่างหนาแน่นทั่วพื้นที่ (ภาพที่ 4.3) นอกจากนี้แล้วยังพบพันธุ์ไม้อื่นอีก 5 ชนิด ได้แก่ แสมขาว (*A. alba*) ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koenig) โปรงแดง (*C. tagal* C.B. Rob.) พังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.) และพังกาหัวสุมดอกขาว (*B. sexangula* (Lour.) Poir.) ซึ่งโดยมากจะกระจายอยู่บริเวณแนวที่อยู่ถัดเข้าไปในแผ่นดินติดกับเขตไม้ตะบูน

4.1.3 เขตไม้ตะบูน (*Xylocarpus* zone)

เขตไม้ตะบูนเป็นเขตที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินมากที่สุด มีพื้นที่น้อยที่สุดคือ 1000 ตารางเมตร แต่มีความหนาแน่นของต้นไม้มากที่สุดคือ 3630 ต้น/เฮกแตร์ และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 9.5 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัดรวมของลำต้น 32.8 ตารางเมตร/เฮกแตร์ (ตารางที่ 4.2) เขตไม้ตะบูนประกอบด้วยพันธุ์ไม้ทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ ตะบูนขาว โกงกางใบเล็ก พังกาหัวสุมดอกแดง โปรงแดง และฝาดดอกแดง (*Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt) โดยตะบูนขาวกระจายอย่างหนาแน่นทั่วทั้งพื้นที่ทำให้พบรากพูพอน (buttress root) กระจายอย่างหนาแน่น นอกจากนี้ยังพบรากที่มีลักษณะคล้ายหัวเข่า (knee root) ของไม้พังกาหัวสุมกระจายอยู่เป็นหย่อม ๆ (ภาพที่ 4.4)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.1 ค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ (Important Value Index; IVI) และชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในแปลงศึกษาทุก ๆ ระยะ 10 เมตร จากริมฝั่งแม่น้ำ

ระยะห่างจากแม่น้ำ (เมตร)	ชนิดพืช									จำนวนชนิดพืชรวม
	แสมขาว (*A. alba*)	พังกาหัวสุมดอกแดง (*B. gymnorhiza*)	พังกาหัวสุมดอกขาว (*B. sexangula*)	โปรงแดง (*C. tagal*)	ฝาดดอกแดง (*L. littorea*)	โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata*)	โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*)	ลำพู (*S. caseolaris*)	ตะบูนขาว (*X. granatum*)	
0-10	✓ (76.15)					✓ (13.73)	✓ (130.31)	✓ (79.81)		4
10-20	✓ (181.72)					✓ (118.28)				2
20-30	✓ (152.95)					✓ (126.95)	✓ (20.10)			3
30-40	✓ (192.02)					✓ (81.37)	✓ (26.60)			3
40-50	✓ (96.36)					✓ (69.76)	✓ (133.88)			3
50-60	✓ (83.50)					✓ (91.33)	✓ (125.16)			3
60-70						✓ (205.92)	✓ (94.08)			2

หมายเหตุ ✓ หมายถึงพบพืชชนิดนั้น และตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่าIVI

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ (Important Value Index; IVI) และชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในแปลงศึกษาทุก ๆ ระยะ 10 เมตร จากริมฝั่งแม่น้ำ

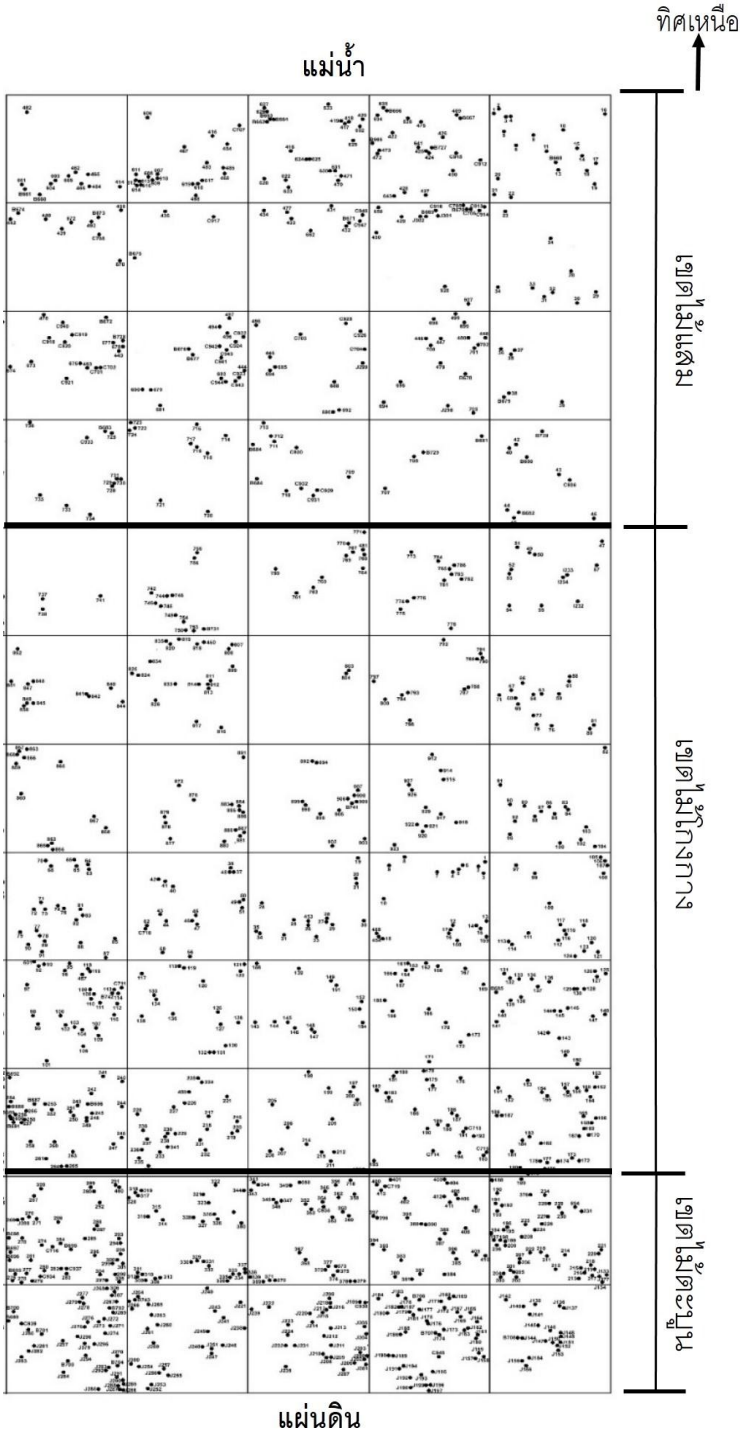
ระยะห่างจากแม่น้ำ (เมตร)	ชนิดพืช									จำนวนชนิดพืชรวม
	แสมขาว (*A. alba*)	พังกาหัวสุมดอกแดง (*B. gymnorhiza*)	พังกาหัวสุมดอกขาว (*B. sexangula*)	โปรงแดง (*C. tagal*)	ฝาดดอกแดง (*L. littorea*)	โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata*)	โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*)	ลำพู (*S. caseolaris*)	ตะบูนขาว (*X. granatum*)	
70-80		✓ (22.71)		✓ (10.39)		✓ (233.62)	✓ (22.53)		✓ (10.75)	5
80-90		✓ (21.00)	✓ (17.99)	✓ (17.14)		✓ (201.42)			✓ (42.46)	5
90-100		✓ (49.66)	✓ (6.51)	✓ (14.09)		✓ (151.92)			✓ (77.82)	5
100-110		✓ (50.17)		✓ (30.61)		✓ (86.96)			✓ (132.27)	4
110-120		✓ (21.05)		✓ (41.19)	✓ (6.43)	✓ (114.13)			✓ (117.20)	5

หมายเหตุ ✓ หมายถึงพบพืชชนิดนั้น และตัวเลขในวงเล็บ คือ ค่าIVI

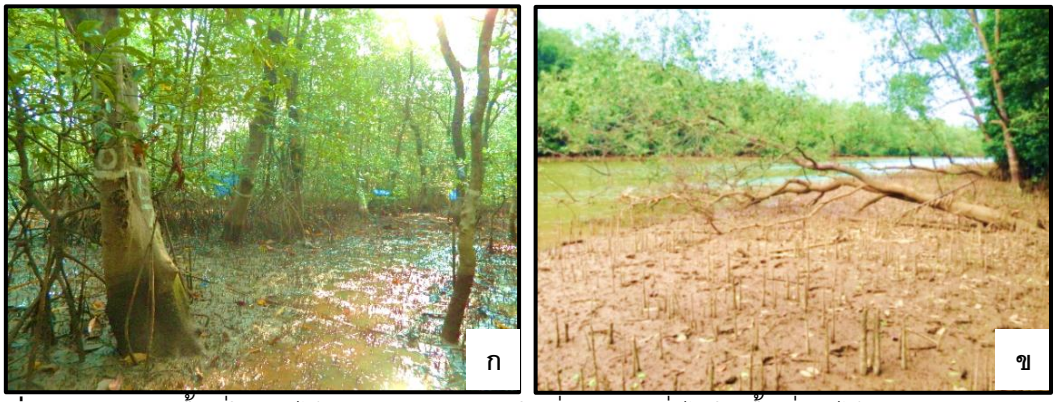
ตารางที่ 4.2 ลักษณะโครงสร้างป่าในแปลงศึกษา

	เขตไม้แสม	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้ตะบูน
พื้นที่ (ตารางเมตร)	2000	3000	1000
จำนวนพันธุ์ไม้ยืนต้นที่พบ (ชนิด)	4	7	5
ค่าเฉลี่ย DBH หรือ $D_{R0.3}$ (เซนติเมตร.)	12.5	13.4	9.5
ความสูงเฉลี่ย (เมตร)	11.3	13.9	9.2
ความหนาแน่นของต้นไม้ (ต้น/เฮกแตร์)	1420	1714	3630
พื้นที่หน้าตัดรวมของลำต้น (ตารางเมตร/เฮกแตร์)	24.4	29.8	32.8
มวลชีวภาพส่วนเหนือดิน (ตัน/เฮกแตร์)	169.9	259.2	227.04
มวลชีวภาพราก (ตัน/เฮกแตร์)	68.38	105.04	97.71
มวลชีวภาพทั้งหมด (ตัน/เฮกแตร์)	238.28	364.24	324.75

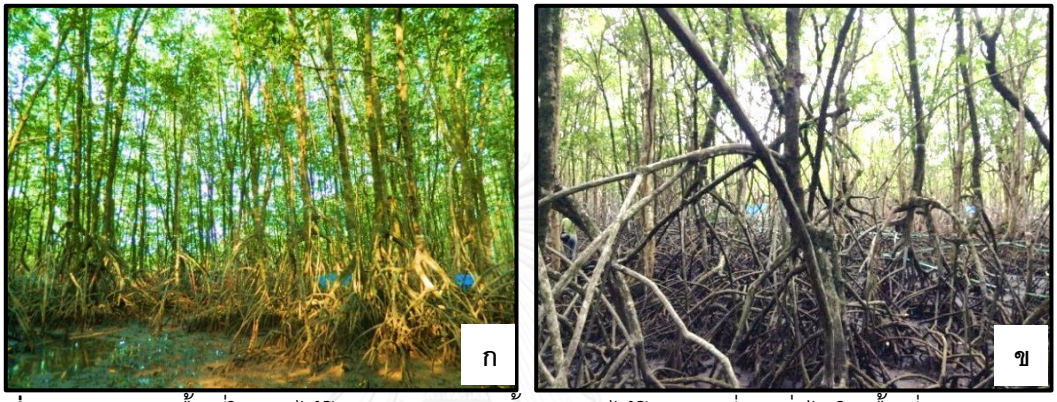
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



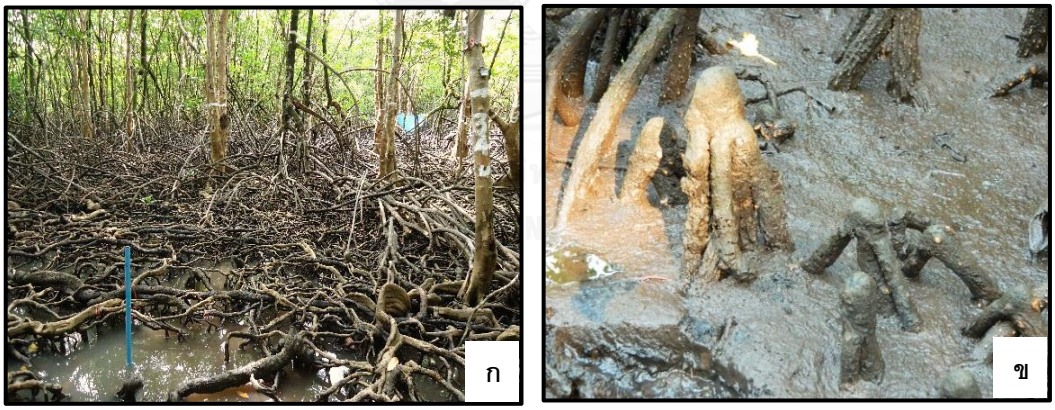
ภาพที่ 4.1 แผนที่ต้นไม้และการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ภายในแปลงศึกษา ได้แก่ เขตไม้แสม (0-40 เมตร) เขตไม้โกงกาง (40-110 เมตร) และเขตไม้ตะบูน (110-120 เมตร)



ภาพที่ 4.2 ลักษณะพื้นที่ในเขตไม้แสม (ก) รากหายใจที่กระจายทั่วไปในพื้นที่เขตไม้แสม (ข)



ภาพที่ 4.3 ลักษณะพื้นที่ในเขตไม้โกงกาง (ก) รากค้ำยันของไม้โกงกางที่พบทั่วไปในพื้นที่ (ข)



ภาพที่ 4.4 ลักษณะพื้นที่ในเขตไม้ตะบูนที่มีรากพูพอนของตะบูนขาวกระจายอยู่อย่างหนาแน่น (ก) รากหัวเข่าของไม้พังกาหัวสุมที่กระจายอยู่เป็นหย่อม ๆ ในพื้นที่ (ข)

4.2 การประมาณมวลชีวภาพรากด้วยวิธีแอลโลเมตรี

การประมาณมวลชีวภาพรากด้วยวิธีแอลโลเมตรี จะประมาณน้ำหนักของรากทั้งหมดของต้นไม้ทุกต้นในแปลงศึกษาซึ่งจะทำให้ได้มวลชีวภาพที่ครอบคลุมรากทุกขนาด ซึ่งมวลชีวภาพรากที่ประมาณด้วยวิธีแอลโลเมตรีจากการศึกษาครั้งนี้มีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกางโดยมีค่าเท่ากับ 104.00 และ 106.08 ตัน/เฮกแตร์ เมื่อเริ่มและหลังทำการทดลอง ตามลำดับ ในเขตไม้ตะบูนมีค่าเท่ากับ 97.04 และ 98.37 ตัน/เฮกแตร์ เมื่อเริ่มและหลังทำการทดลอง ตามลำดับ และในเขตไม้แสมมีค่ามวลชีวภาพรากน้อยที่สุดคือ 66.80 และ 69.96 ตัน/เฮกแตร์ เมื่อเริ่มและหลังทำการทดลอง ตามลำดับ มวลชีวภาพรากมีค่าเพิ่มขึ้นระหว่างการทดลองในทั้งสามเขตพันธุ์ไม้ ในเขตไม้แสมมีมวลชีวภาพรากเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือเขตไม้โกงกาง และไม้ตะบูน โดยมีค่าเพิ่มขึ้น 3.16 2.09 และ 1.32 ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ ผลผลิตรากมีค่าเท่ากับ 316 209 และ132 กรัม/ตารางเมตร/ปี ในเขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 มวลชีวภาพรากในเขตไม้แสม โกงกาง และตะบูน ที่คำนวณด้วยวิธีแอลโลเมตรี

เขตพันธุ์ไม้	มวลชีวภาพรากเมื่อเริ่มทำการทดลอง มกราคม 2556 (ตัน/เฮกแตร์)	มวลชีวภาพรากหลังทำการทดลอง 1 ปี มกราคม 2557 (ตัน/เฮกแตร์)	มวลชีวภาพรากที่เพิ่มขึ้น (ตัน/เฮกแตร์)	ผลผลิตราก (กรัม/ตร.ม./ปี)
แสม	66.80	69.96	3.16	316
โกงกาง	104.00	106.08	2.09	209
ตะบูน	97.04	98.37	1.32	132

4.3 การศึกษามวลชีวภาพรากเมื่อเริ่มทำการทดลอง

4.3.1 ความหนาแน่นรากต่อปริมาตรดิน และมวลชีวภาพรากใต้ดินทั้งหมดในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

ความหนาแน่นรากมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือ เขตไม้แสม และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้ตะบูน ในเขตไม้แสมมีความหนาแน่นของรากขนาดต่าง ๆ ใกล้เคียงกันขณะที่ในเขตไม้โกงกางและเขตไม้ตะบูนความหนาแน่นของรากฝอยมีค่ามากที่สุด

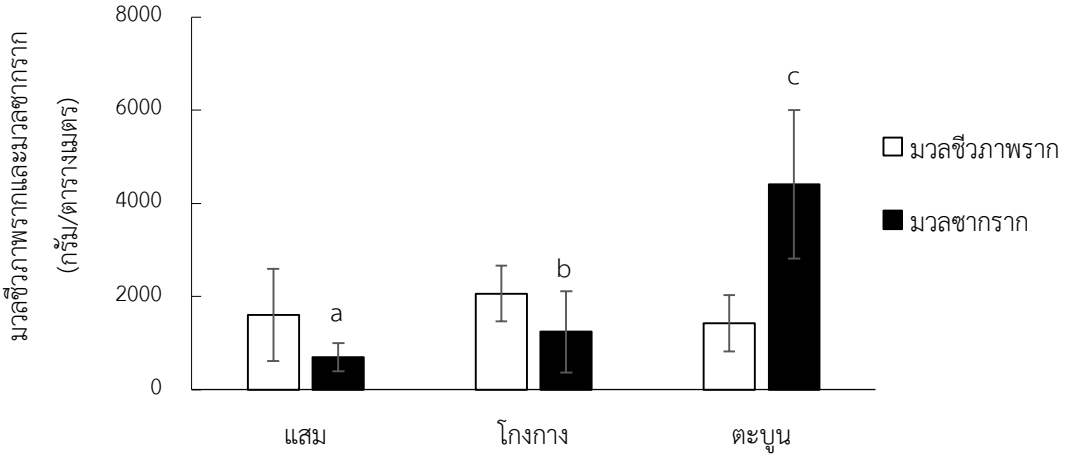
ความหนาแน่นของซากรากมีค่ามากที่สุดในเขตไม้ตะบูน รองลงมาคือ เขตไม้โกงกาง และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้แสม โดยมีค่าเท่ากับ 14.72 4.16 และ 2.35 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

มวลชีวภาพของรากใต้ดินทั้งหมดมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือเขตไม้แสม และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้ตะบูน โดยค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรากใต้ดินทั้งหมดในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีค่าเท่ากับ 2065.57 1607.58 และ 1430.23 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ ในเขตไม้แสมมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแปรผันในช่วงกว้างกว่าในเขตไม้โกงกางและตะบูน ค่าเฉลี่ยมวลซากรากมีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.05$) และมีค่ามากที่สุดในเขตไม้ตะบูน รองลงมาคือเขตไม้โกงกาง และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้แสม โดยมีค่าเท่ากับ 4417.06 1246.76 และ 703.74 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ ขณะที่ในเขตไม้แสมมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแปรผันในช่วงแคบกว่าในเขตไม้ตะบูน และไม้โกงกาง (ภาพที่ 4.5)

ตารางที่ 4.4 ความหนาแน่นรากและซากราก (กรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้เมื่อเริ่มทำการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เขตพันธุ์ไม้	ความหนาแน่นของรากมีชีวิต แบ่งตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางราก				ความหนาแน่นรากมีชีวิตทั้งหมด	ความหนาแน่นซากราก
	0-2 มม.	2-5 มม.	5-10 มม.	>10 มม.		
แสม	146	74	153	163	536	235
โกงกาง	482	70	92	45	688	416
ตะบูน	281	70	40	86	477	1472



ภาพที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรากและมวลซากรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้เมื่อเริ่มทำการทดลอง (กุมภาพันธ์ 2556) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงถึงมวลชีวภาพรากฝอยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.3.2 สัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้เมื่อเริ่มทำการทดลอง

เขตไม้แสมมีสัดส่วนของมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ รากขนาดใหญ่มีสัดส่วนสูงที่สุด รองลงมาคือ รากขนาดกลาง รากฝอย และรากขนาดเล็ก โดยคิดเป็น 30% 29% 27% และ14% ตามลำดับ (ภาพที่ 4.6)

มวลชีวภาพรากฝอยในเขตไม้โกงกางคิดเป็นสัดส่วนสูงที่สุดคือคิดเป็น 70% รองลงมาคือรากขนาดกลาง รากขนาดเล็ก และรากขนาดใหญ่ โดยคิดเป็น 13% 10% และ 7% ตามลำดับ (ภาพที่ 4.6)

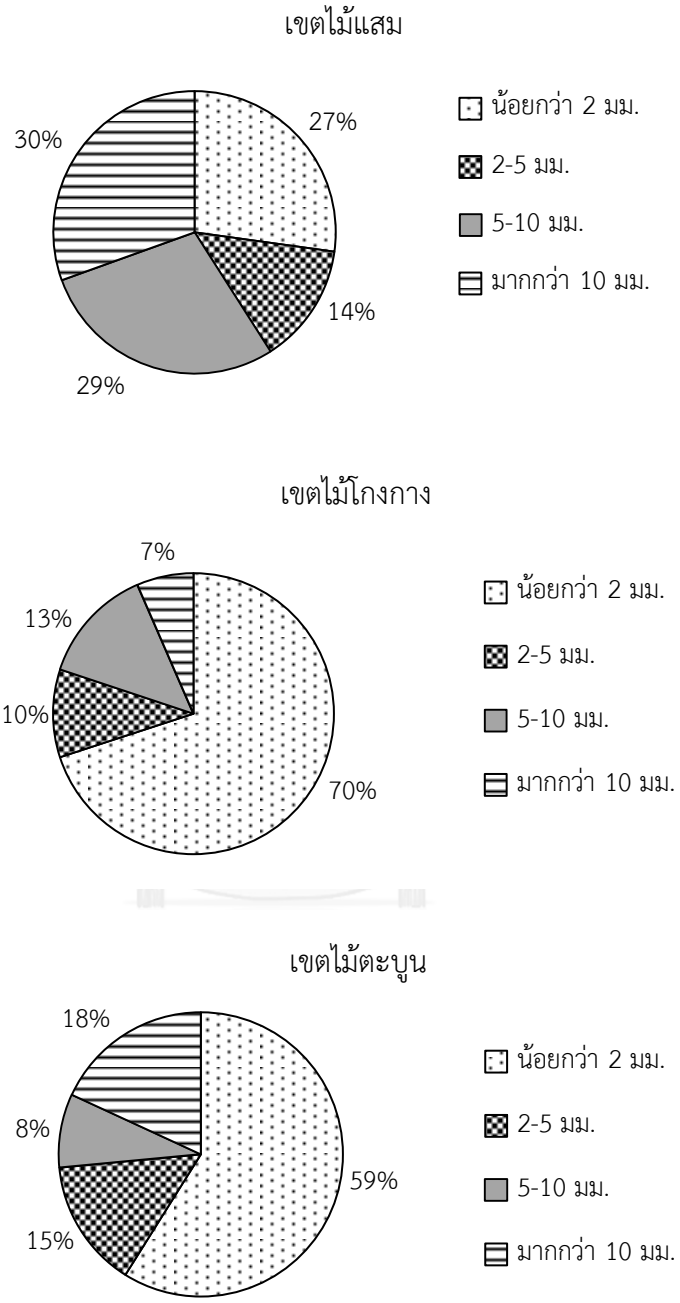
เขตไม้ตะบูนมีมวลชีวภาพรากฝอยคิดเป็นสัดส่วนสูงที่สุดคือ 59% รองลงมาคือรากขนาดใหญ่ รากขนาดเล็ก และรากขนาดกลาง โดยคิดเป็น 18% 15% และ 8% ตามลำดับ (ภาพที่ 4.6)

สัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2, P<0.050) ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ (ตารางที่ 4.5) สัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ ในเขตไม้ตะบูนและโกงกางมีความแตกต่างกันน้อยที่สุด (χ^2=6.129, P=0.047) กล่าวคือ ในทั้งสองเขตพันธุ์ไม้พบรากฝอยเป็นสัดส่วนสูงที่สุด (59-70%) หากแต่ในเขตไม้โกงกางนั้นรากที่มีสัดส่วนมวลชีวภาพสูงเป็นลำดับถัดมาคือรากขนาดเล็กแต่ในเขตไม้ตะบูนเป็นรากขนาดใหญ่

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบสัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ ระหว่างเขตพันธุ์ไม้ด้วยสถิติ Chi square

เขตพันธุ์ไม้	χ^2	*P*
ไม้แสม – ไม้โกงกาง	36.833	<0.0001
ไม้โกงกาง – ไม้ตะบูน	6.129	0.047
ไม้ตะบูน – ไม้แสม	23.951	<0.0001

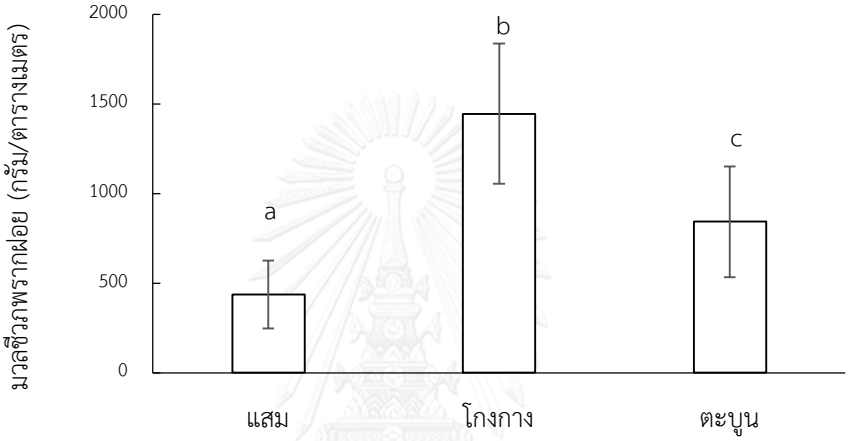
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.6 สัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้เมื่อเริ่มทำการทดลอง (กุมภาพันธ์ 2556)

4.3.3 มวลชีวภาพรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

เมื่อพิจารณาเฉพาะมวลชีวภาพรากฝอยพบว่าค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรากฝอยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.050$) โดยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือเขตไม้ตะบูน และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้แสม ซึ่งค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรากฝอยมีค่าเท่ากับ 1445.60 842.55 และ 437.07 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ และในเขตไม้แสมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแปรผันในช่วงแคบกว่าในเขตไม้โกงกางและตะบูน (ภาพที่ 4.7)



ภาพที่ 4.7 มวลชีวภาพรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้เมื่อเริ่มทำการทดลอง (กุมภาพันธ์ 2556) ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงถึงมวลชีวภาพรากฝอยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4 ผลผลิตรากฝอย

4.4.1 มวลชีวภาพรากที่พบภายใน ingrowth core

มวลชีวภาพรากและมวลซากรากที่พบภายใน ingrowth core ตลอดระยะเวลา 1-12 เดือน ซึ่งทำการทดลองตั้งแต่เดือนมีนาคม 2556 ถึง 2557 มีค่าเพิ่มขึ้นในทุกเขตพันธุ์ไม้ (ภาพที่ 4.8) โดยมวลชีวภาพรากทั้งหมดในเขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูนมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 57.13 ถึง 884.18 13.70 ถึง 1338.13 และ 7.44 ถึง 929.65 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งในช่วงแรกของการทดลองภายใน ingrowth core พบเฉพาะรากฝอยเท่านั้น ขณะที่ระยะเวลา 4 เดือน พบรากขนาดเล็กและรากขนาดกลางภายใน ingrowth core ของเขตไม้แสมและโกงกาง แต่สำหรับในเขตไม้ตะบูนจะพบรากขนาดดังกล่าวที่ระยะเวลา 6 เดือน (ตารางที่ 4.6) ซึ่งรากที่มีขนาดใหญ่กว่ารากฝอยที่พบภายใน ingrowth core ตลอดระยะเวลา 12 เดือน คิดเป็นร้อยละ 39 27 14 ในเขตไม้แสม โกงกาง และ

ตะบูน ตามลำดับ และมวลชีวภาพรากฝอยที่พบภายใน ingrowth core คิดเป็นร้อยละ 61 73 และ 86 ของมวลชีวภาพรากทั้งหมด ในเขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.12) มวลชีวภาพรากฝอยที่พบภายใน ingrowth core ของเขตไม้โกงกางและตะบูนมีความสัมพันธ์เชิงบวกในรูปของสมการเอกซ์โพเนนเชียลกับระยะเวลาในการฝัง ingrowth core (N=6, $P<0.050$) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวในเขตไม้แสม (ภาพที่ 4. 10)

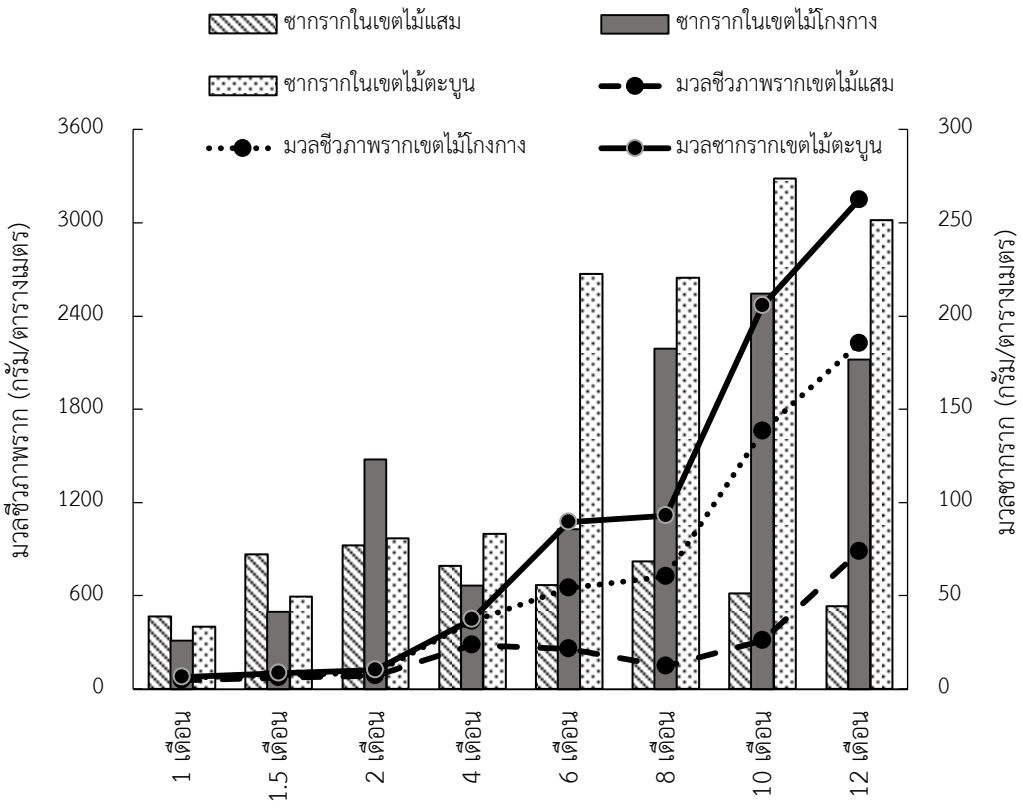
ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของรากฝอยที่พบภายใน ingrowth core ตลอดระยะเวลาทำการทดลองมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือเขตไม้ตะบูนและไม้แสม ตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 1040.86 828.03 และ 474.10 กรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.11) ขณะที่ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของรากที่มีขนาดใหญ่กว่ารากฝอยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือไม้แสม และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้ตะบูน โดยมีค่าเท่ากับ 478.62 339.95 และ 314.33 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรากฝอยที่พบภายใน ingrowth core ตลอดระยะเวลาทำการทดลองมีค่าเท่ากับ 1278.279 2817.352 2243.010 กรัม/ตารางเมตร และค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรากที่มีขนาดใหญ่กว่ารากฝอยมีค่าเท่ากับ 817.092 1042.861 และ 357.935 กรัม/ตารางเมตร ในเขตไม้แสม ไม้โกงกาง และ ไม้ตะบูน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.12) มวลซากรากที่พบภายใน ingrowth core แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ (ANOVA, $P<0.005$) โดยค่าเฉลี่ยมวลซากรากที่พบภายใน ingrowth core มีค่ามากที่สุดในเขตไม้ตะบูน รองลงมาคือในเขตไม้โกงกาง และไม้แสม โดยมีค่าเท่ากับ 151.841 112.915 และ 59.190 ตามลำดับ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าแปรผันมากที่สุดในเขตไม้ตะบูน รองลงมาคือเขตไม้โกงกาง และมีความผันแปรน้อยที่สุดในเขตไม้แสม โดยมีค่าเท่ากับ 99.07 71.24 และ 13.77 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.13)

มวลชีวภาพรากฝอยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเขตไม้แสม และมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมากในเขตไม้โกงกางและตะบูน (ภาพที่ 4.9) อีกทั้งเมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพรากฝอยและมวลซากรากที่พบภายใน ingrowth core ตลอดระยะเวลา 12 เดือน พบว่าในเขตไม้โกงกางและตะบูนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมวลชีวภาพรากฝอยที่พบภายใน ingrowth core เพิ่มขึ้น แต่ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวในเขตไม้แสม (ภาพที่ 4.14)

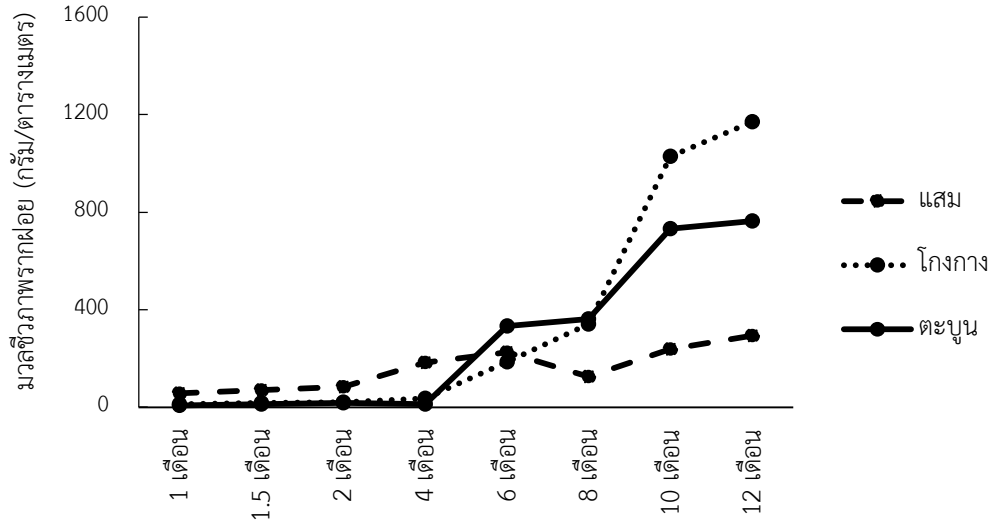
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.6 มวลชีวภาพรากมีชีวิตและรากตายที่พบภายใน ingrowth core (กรัม/ตารางเมตร)

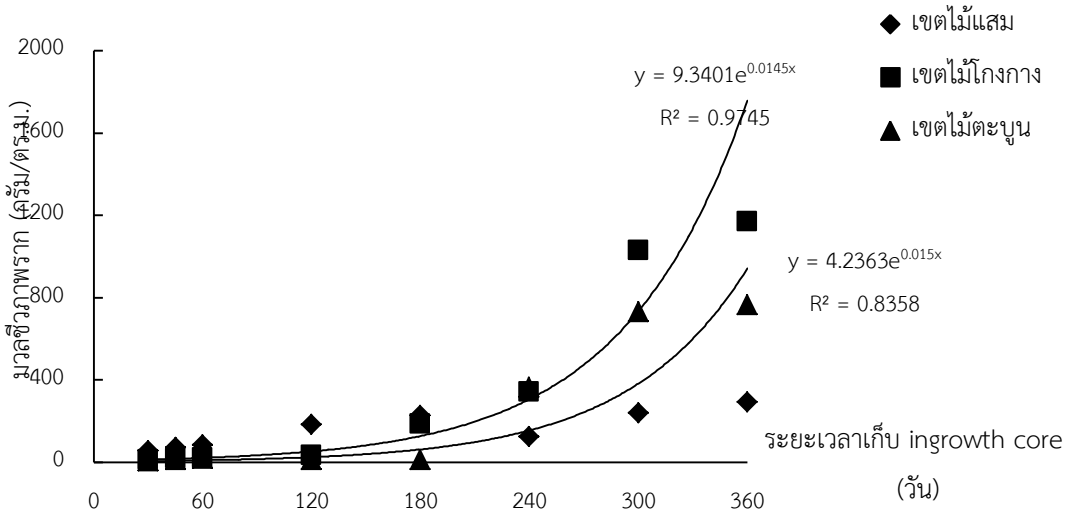
เขตพันธุ์ไม้	ระยะเวลา (เดือน)	มวลชีวภาพแบ่งตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางราก				รากมีชีวิต	ซากราก
		0-2 มม.	2-5 มม.	5-10 มม.	>10 มม.		
ไม้แสม	1	57.134	-	-	-	57.134	38.766
	1.5	71.468	-	-	-	71.468	72.144
	2	84.204	-	-	-	84.204	76.169
	4	182.786	34.391	142.289	-	281.915	64.204
	6	225.697	45.647	58.955	-	258.408	53.358
	8	125.050	6.965	92.910	-	145.025	65.248
	10	239.204	7.761	66.070	-	313.035	47.213
	12	292.736	34.826	280.102	276.517	884.182	39.501
ไม้โกงกาง	1	13.696	-	-	-	13.696	26.048
	1.5	19.154	-	-	-	19.154	41.257
	2	21.841	-	-	-	21.841	122.660
	4	35.896	105.100	185.261	-	152.040	54.450
	6	186.542	70.937	121.517	324.129	391.144	84.075
	8	340.796	124.900	188.723	-	578.930	180.168
	10	1028.358	83.035	193.582	40.299	1345.274	209.271
	12	1171.070	99.453	67.612	-	1338.134	173.200
ไม้ตะบูน	1	7.438	-	-	-	7.438	33.401
	1.5	11.891	-	-	-	11.891	49.455
	2	17.662	-	-	-	17.662	16.845
	4	13.856	-	-	-	13.856	81.426
	6	11.891	-	-	-	11.891	49.455
	8	362.861	47.181	-	-	391.169	217.254
	10	732.090	61.642	12.587	-	806.318	269.522
	12	764.229	28.433	136.990	-	929.652	246.342



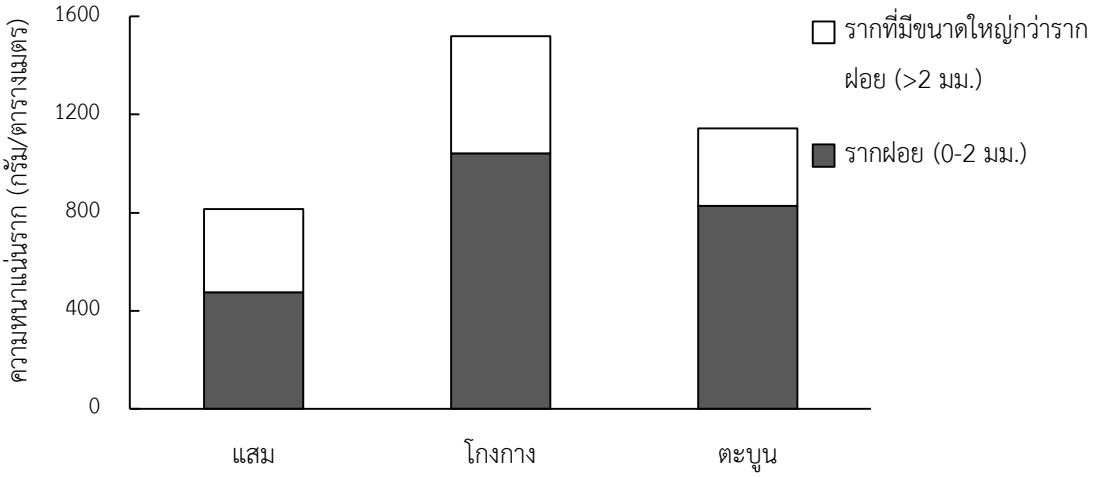
ภาพที่ 4.8 มวลชีวภาพรากทั้งหมดและมวลซากรากที่พบใน ingrowth core ของแต่ละเขตพันธุ์ไม้ตลอดระยะเวลา 12 เดือน (มีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557)



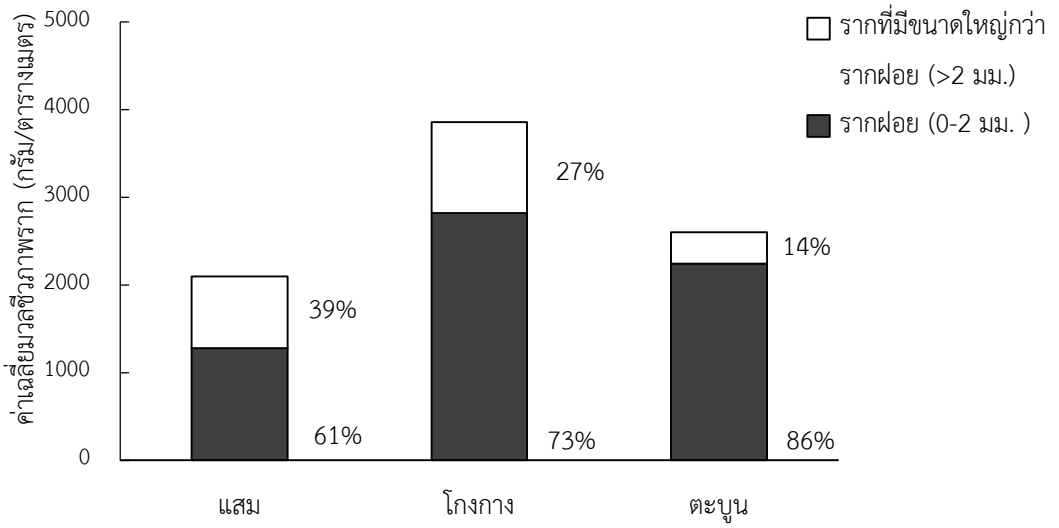
ภาพที่ 4.9 มวลชีวภาพรากฝอยที่พบใน ingrowth core ของแต่ละเขตพันธุ์ไม้ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง (มีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557)



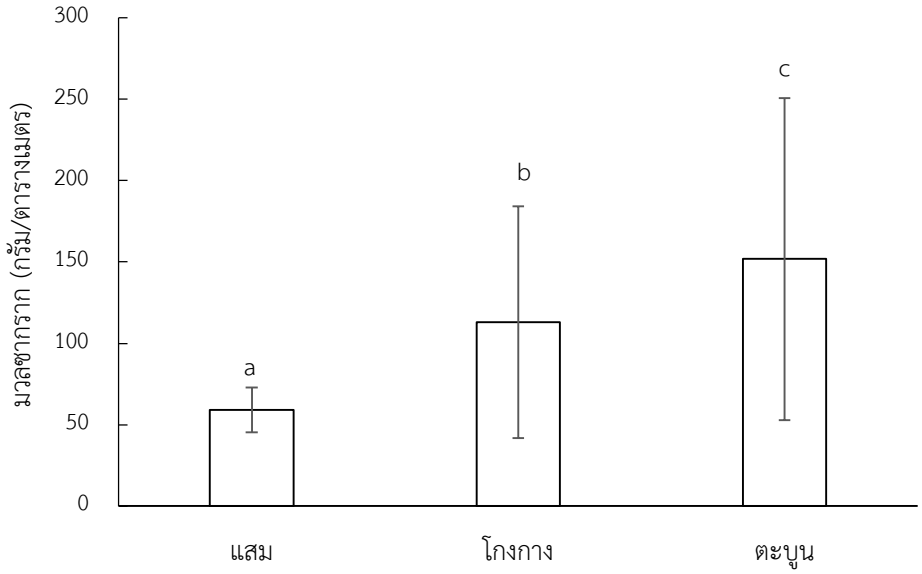
ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพรากฝอยที่เจริญเข้ามาใน ingrowth core กับระยะเวลาที่ขุดเก็บ ingrowth core



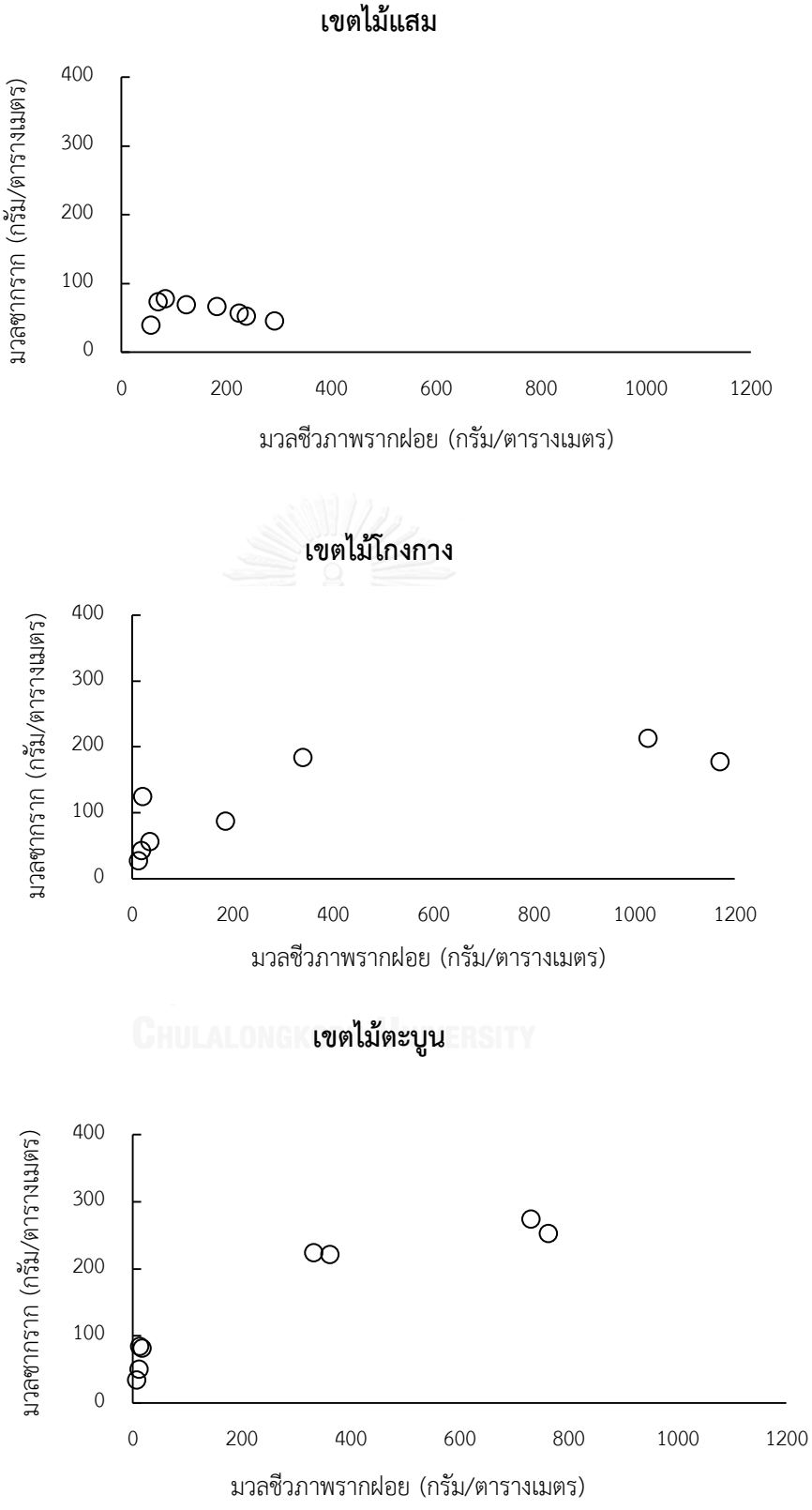
ภาพที่ 4.11 ความหนาแน่นรากที่พบภายใน ingrowth core ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557



ภาพที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยและสัดส่วนมวลชีวภาพรากฝอยและรากที่มีขนาดใหญ่กว่ารากฝอยที่พบภายใน ingrowth core ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557



ภาพที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยมวลชากรากที่พบภายใน ingrowth core ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2556 ถึง 2557 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงถึงมวลชีวภาพรากฝอยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพรากฝอยและมวลซากรากที่พบภายใน ingrowth core ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

4.4.2 ผลผลิตรากทั้งหมด

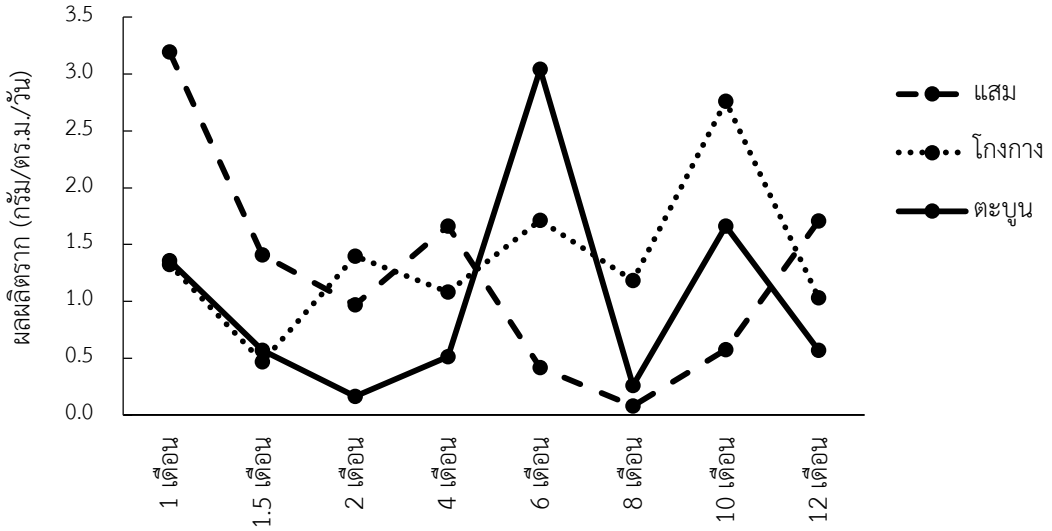
ผลผลิตรากทั้งรากฝอยและรากที่มีขนาดใหญ่ว่ารากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ไม่สม่ำเสมอตลอดระยะเวลา 1 ปีที่ทำการทดลอง (ภาพที่ 4.15, 4.16) โดยค่าเฉลี่ยของผลผลิตรากทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1.253±0.985 1.371±0.665 และ 1.019±0.970 กรัม/ตารางเมตร/วัน ในเขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7)

4.4.3 ผลผลิตรากฝอย

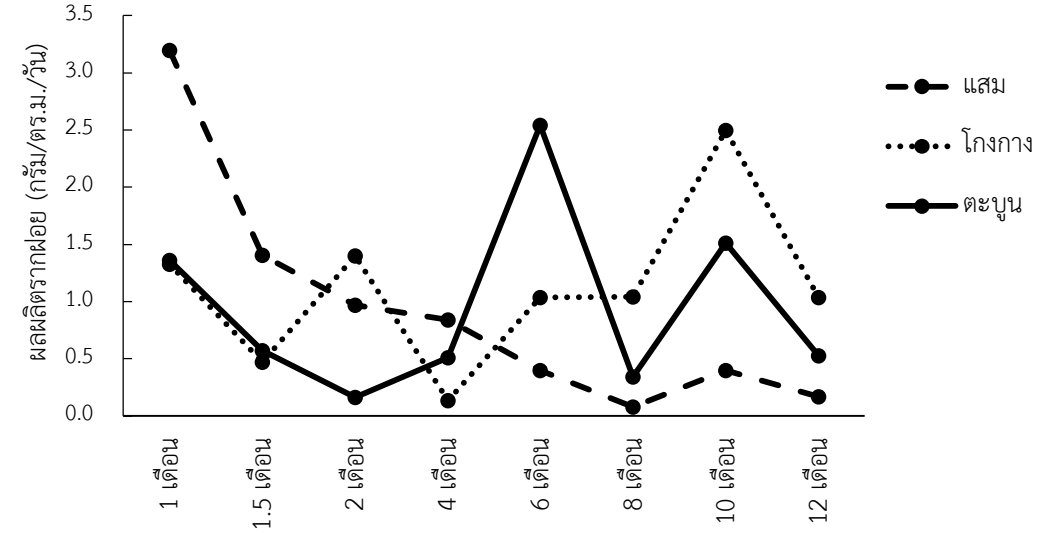
ผลผลิตรากฝอยที่คำนวณทุก ๆ 2 เดือน มีแนวโน้มลดลงในเขตไม้แสม ขณะที่ในเขตไม้โกงกางและตะบูนผลผลิตรากฝอยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.16) ค่าเฉลี่ยของผลผลิตรากฝอยในเขตไม้แสมไม้โกงกางและไม้ตะบูน มีค่าเท่ากับ 0.932±1.018 1.117±0.701 และ 0.942±0.804 กรัม/ตารางเมตร/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7) ผลผลิตรากฝอยในรอบปีของเขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนต่างกับในเขตไม้แสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOA, $P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 1659.27 1254.71 และ 428.80 กรัม/ตารางเมตร/ปี ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8) ซึ่งสอดคล้องกับมวลชีวภาพส่วนเหนือดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ซึ่งมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง ไม้ตะบูน และไม้แสม ตามลำดับ (ภาพที่ 4.17) ขณะที่ผลผลิตในรอบปีของรากที่มีขนาดใหญ่กว่ารากฝอยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้แสม รองลงมาคือไม้โกงกาง และไม้ตะบูน โดยมีค่าเท่ากับ 711.84 349.40 และ 170.57 กรัม/ตารางเมตร/ปี ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8) และเมื่อพิจารณาสัดส่วนผลผลิตรากฝอยต่อรากทั้งหมดพบว่ามีค่ามากที่สุดในเขตไม้ตะบูนรองลงมาคือเขตไม้โกงกาง และไม้แสม โดยมีค่าเท่ากับ 0.90 0.83 และ 0.38 ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตรากฝอยในระบบนิเวศต่าง ๆ ที่ใช้วิธีการศึกษาเดียวกัน พบว่าผลผลิตรากฝอยที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับระบบนิเวศป่าอื่น ๆ และมีค่าสูงกว่าผลผลิตรากฝอยในระบบนิเวศป่าชายเลนในเขตกึ่งร้อนของประเทศสหรัฐอเมริกา (ภาพที่ 4.19)

4.4.4 อัตราการเวียนกลับของราก

อัตราการเวียนกลับของรากฝอยมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากริมฝั่งแม่น้ำโดยมีค่าเท่ากับ 0.98 1.15 และ 1.49 รอบต่อปี ในเขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ การเวียนกลับของรากฝอยแปรผันตามปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ภาพที่ 4.18) ขณะที่อัตราการเวียนกลับของรากที่มีขนาดใหญ่กว่ารากฝอยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้แสม รองลงมาคือไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)



ภาพที่ 4.15 ผลผลิตราก ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557



ภาพที่ 4.16 ผลผลิตรากฝอย (0-2 มิลลิเมตร) ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557

ตารางที่ 4.7 ผลผลิตรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ตั้งแต่เดือน มีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557

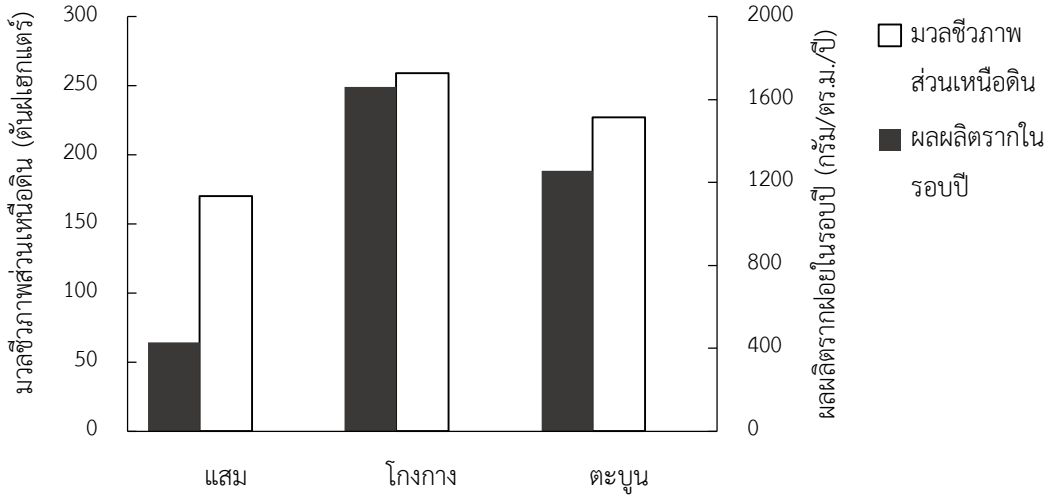
ระยะเวลา	ผลผลิตรากฝอย (กรัม/ตรม./วัน)			ผลผลิตรากที่มีขนาดใหญ่ (กรัม/ตรม./วัน)			ผลผลิตรากทั้งหมด (กรัม/ตารางเมตร/วัน)		
	เขตไม้แสม	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้ตะบูน	เขตไม้แสม	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้ตะบูน	เขตไม้แสม	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้ตะบูน
1 เดือน	3.197	1.325	1.361	-	-	-	3.197	1.325	1.361
1.5 เดือน	1.408	0.470	0.571	-	-	-	1.408	0.470	0.571
2 เดือน	0.972	1.398	0.165	-	-	-	0.972	1.398	0.165
4 เดือน	0.839	0.132	0.513	0.826	0.953	-	1.665	1.085	0.513
6 เดือน	0.399	1.038	2.544	0.019	0.676	0.500	0.418	1.713	3.044
8 เดือน	0.078	1.043	0.263	0.000	0.140	0.078	0.078	1.183	0.341
10 เดือน	0.398	2.498	1.511	0.180	0.263	0.153	0.577	2.761	1.664
12 เดือน	0.166	1.033	0.529	1.543	0.003	0.044	1.710	1.036	0.573
ค่าเฉลี่ยผลผลิตราก	0.932±1.018	1.117±0.701	0.942±0.804	0.321±0.570	0.254±0.366	0.097±0.172	1.253±0.985	1.371±0.665	1.019±0.970

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

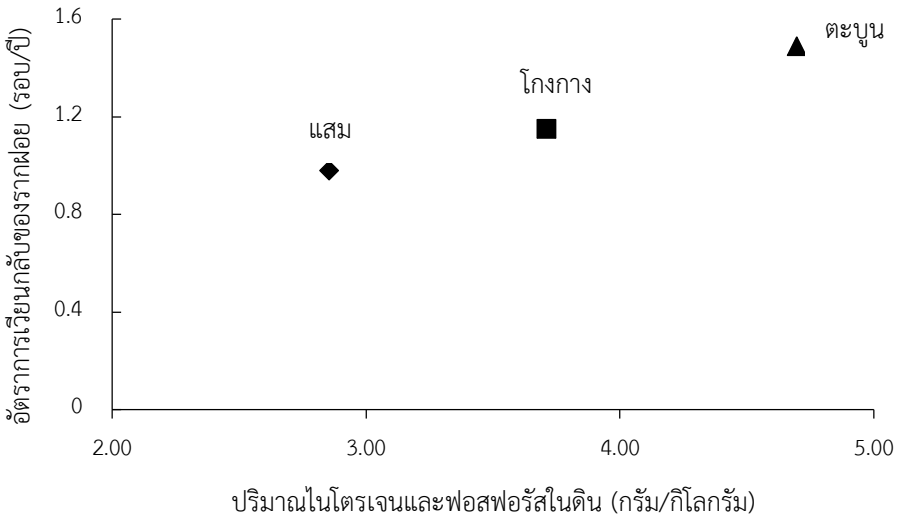
ตารางที่ 4.8 ผลผลิตรากในรอบปีและอัตราการเวียนกลับของรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

	รากฝอย (0-2 มม.)			รากที่มีขนาดใหญ่กว่ารากฝอย (>2 มม.)		
	เขตไม้แสม	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้ตะบูน	เขตไม้แสม	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้ตะบูน
ผลผลิตในรอบปี (กรัม/ตร.ม./ปี)	428.80[a]	1659.27[b]	1254.71[b]	711.84	349.40	170.57
อัตราการเวียนกลับของราก (รอบ/ปี)	0.98	1.15	1.49	0.61	0.56	0.29

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

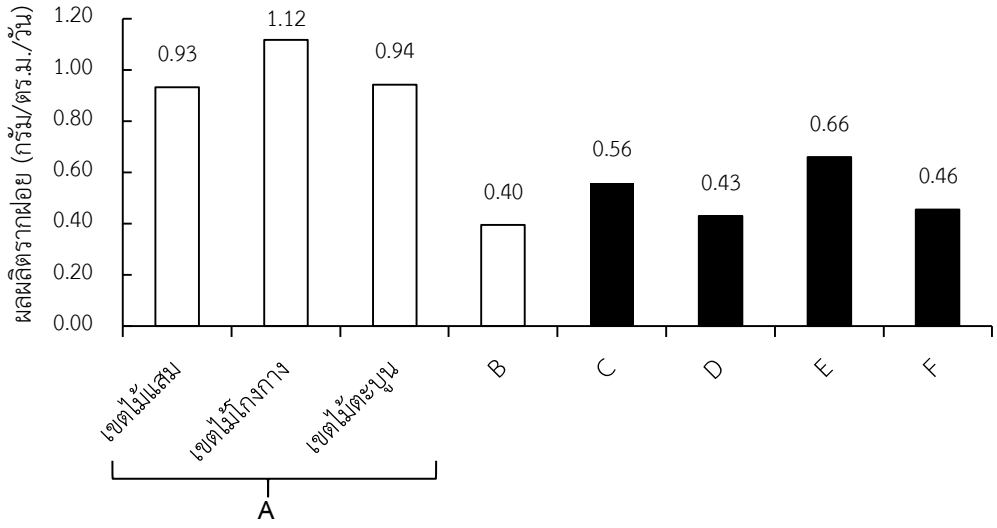


ภาพที่ 4.17 ผลผลิตรากฝอยในรอบปีและมวลชีวภาพส่วนเหนือดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้



ภาพที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในดินและอัตราการเวียนกลับของรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.19 ผลผลิตรากฝอยในระบบนิเวศต่าง ๆ ที่ศึกษาโดยวิธี ingrowth core

A คือ ป่าชายเลน (การศึกษาครั้งนี้)

B คือ ป่าชายเลนบริเวณริมแม่น้ำ Shark ในประเทศสหรัฐอเมริกา (Castaneda-Moya et al., 2011)

C คือ ป่าสนผลัดใบในเขตอบอุ่นของประเทศเบลเยี่ยม (Janssens et al., 2002)

D คือ ป่าปลูก *Larix gmelinii* ในประเทศจีน (Mei et al., 2009)

E คือ ป่าปลูก *Fraxinus mandshurica* ในประเทศจีน (Yang et al., 2010)

F คือ ป่าปลูกยูคาลิปตัสในประเทศบราซิล (Jourdan et al., 2008)

4.5 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

4.5.1 อุณหภูมิ

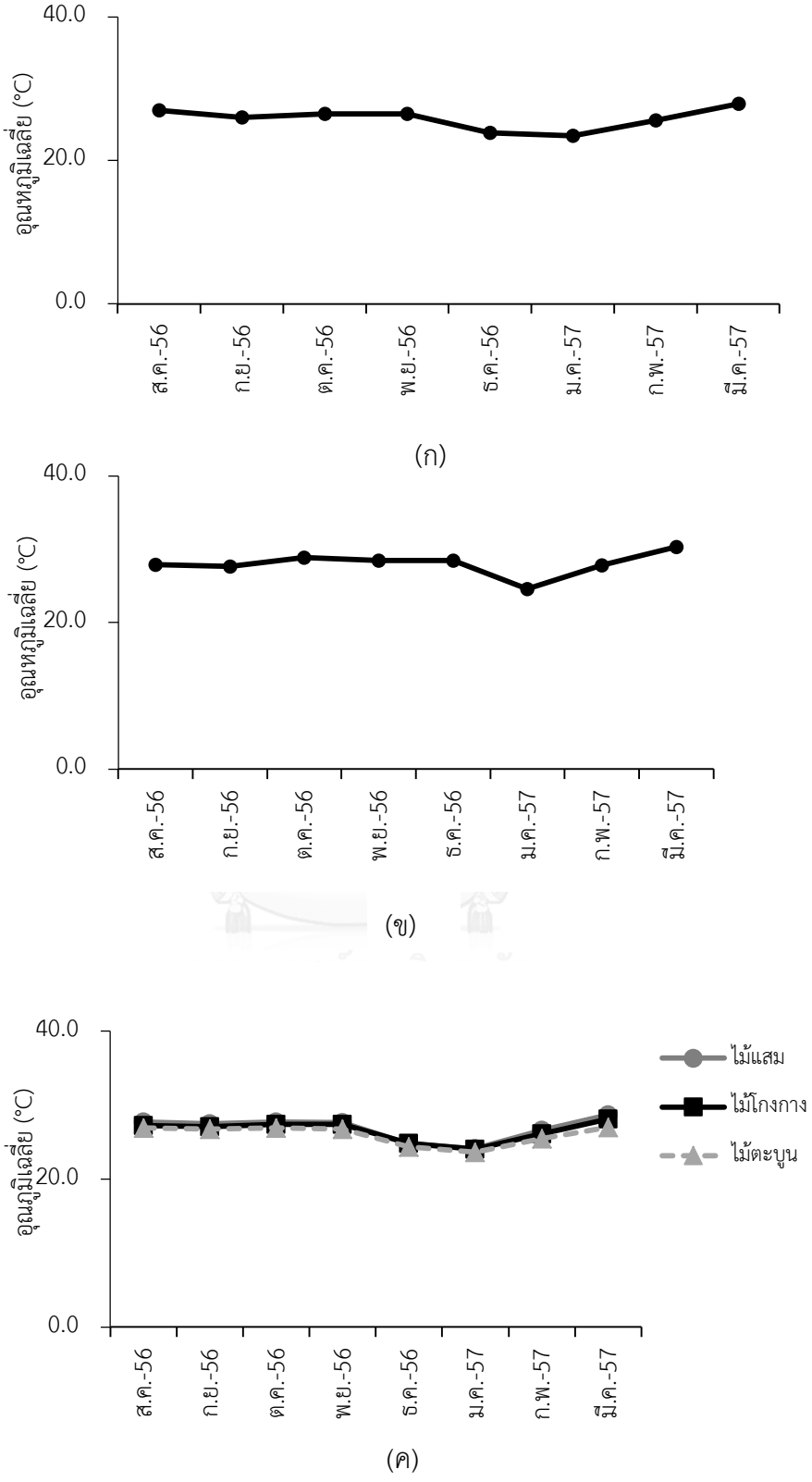
อุณหภูมิของอากาศ น้ำ และ ดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ที่ทำการวัดทุก ๆ ระยะ 30 นาที ตั้งแต่วันที่ 17 สิงหาคม 2556 ถึง วันที่ 19 มีนาคม 2557 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.05$) อุณหภูมิอากาศและน้ำมีค่าเฉลี่ย 25.85±2.11 และ 28.00±1.26 ℃ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9) ความผันแปรของอุณหภูมิอากาศ น้ำ และดิน ผันแปรไปตามฤดูกาล โดยอุณหภูมิอากาศและน้ำมีค่าค่อนข้างคงที่ในเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน และมีค่าลดลงในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม ซึ่งตรงกับฤดูหนาวจากนั้นจึงมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเริ่มเข้าสู่ฤดูร้อน ขณะที่อุณหภูมิดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.05$) และมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะห่างจากริมแม่น้ำมากขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.39±0.82 26.92±0.75 และ 26.70±0.66 ℃ ในเขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูนตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากอุณหภูมิของน้ำซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิดิน เมื่อน้ำท่วมขังในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ความร้อนจากน้ำจะถ่ายเทสู่ดิน ทำให้พื้นดินบริเวณที่มีน้ำท่วมขังนานกว่ามีอุณหภูมิสูงกว่าเป็นเหตุให้ดินในเขตไม้แสมซึ่งอยู่ริมแม่น้ำมีอุณหภูมิสูงที่สุดและมีค่าลดลงเมื่อระยะห่างจากแม่น้ำมากขึ้น (Poungparn et al., 2009)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.9 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2556 ถึงมีนาคม 2557

เดือน	อุณหภูมิ (°C)				
	อากาศ	น้ำ	ดิน		
			เขตไม้แสม	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้ตะบูน
ส.ค. 56	26.98	27.89	27.71	27.24	26.93
ก.ย. 56	26.03	27.69	27.52	27.05	26.79
ต.ค. 56	26.50	28.88	27.75	27.41	26.93
พ.ย. 56	26.47	28.43	27.63	27.42	26.75
ธ.ค. 56	23.83	28.43	24.80	24.87	24.37
ม.ค. 57	23.47	24.55	24.16	24.07	23.65
ก.พ. 57	25.60	27.84	26.58	26.17	25.51
มี.ค. 57	27.91	30.33	28.71	28.10	27.05
เฉลี่ย	25.85±2.11	28.00±1.26	27.39±0.82	26.92±0.75	26.70±0.66

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.20 (ก) อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของอากาศ (ข) อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของน้ำ (ค) อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของดินในแต่เขตพันธุ์ไม้

4.5.2 ความลาดชันและความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่

ความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เพิ่มขึ้นจากริมฝั่งแม่น้ำเข้าไปในแผ่นดินโดยมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเขตพันธุ์ไม้กล่าวคือ ในเขตไม้แสมมีความสูงสัมพัทธ์ 0-50 เซนติเมตร จากจุดอ้างอิง โดยบริเวณด้านหน้าของแปลงที่ติดกับแม่น้ำจะมีความลาดชันของพื้นที่ค่อนข้างมาก ถัดเข้าไปในเขตไม้โกงกางมีความสูงสัมพัทธ์ 35-80 เซนติเมตร จากจุดอ้างอิงและมีความสูงสัมพัทธ์ค่อนข้างมากในบริเวณที่ติดกับเขตไม้ตะบูน ในเขตไม้ตะบูนซึ่งเป็นเขตที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินมากที่สุดเป็นพื้นที่ที่มีความสูงของพื้นที่มากที่สุดคือมีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ 65-95 เซนติเมตร จากจุดอ้างอิง อีกทั้งในเขตไม้โกงกางและตะบูนมีความลาดชันของพื้นที่ไม่มากนัก (ภาพที่ 4.21) เนื่องจากในเขตไม้แสมได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำมากที่สุด จึงเกิดการชะล้างของพื้นดินได้มาก นอกจากนี้การสะสมของปริมาณซากพืชยังเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความสูงของพื้นที่ (Chalermchatwilai et al., 2011) ซึ่งจากการศึกษามวลชีวภาพรากและมวลซากรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้พบว่าในเขตไม้ตะบูนเป็นเขตที่มีการสะสมของซากรากในดินมากที่สุดอาจส่งผลให้มีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่มากกว่าในเขตไม้โกงกางและไม้แสม ประกอบกับระบบรากเหนือดินของพืชป่าชายเลนที่มีความสามารถในการดักจับตะกอนซึ่งการมีระบบรากหลายแบบจะส่งผลให้มีการกักเก็บตะกอนได้ดีกว่าการมีระบบรากแบบใดแบบหนึ่ง (Kathiresan, 2003) ทำให้ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีการสะสมของตะกอนในปริมาณที่ต่างกันส่งผลให้ความสูงของพื้นที่แตกต่างกันในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ โดยในเขตไม้ตะบูนซึ่งอยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินมากที่สุดจึงมีการสะสมของตะกอนมากที่สุดและเป็นเขตที่มีความสูงของพื้นที่มากที่สุด

4.5.3 ระยะเวลาที่น้ำท่วมในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

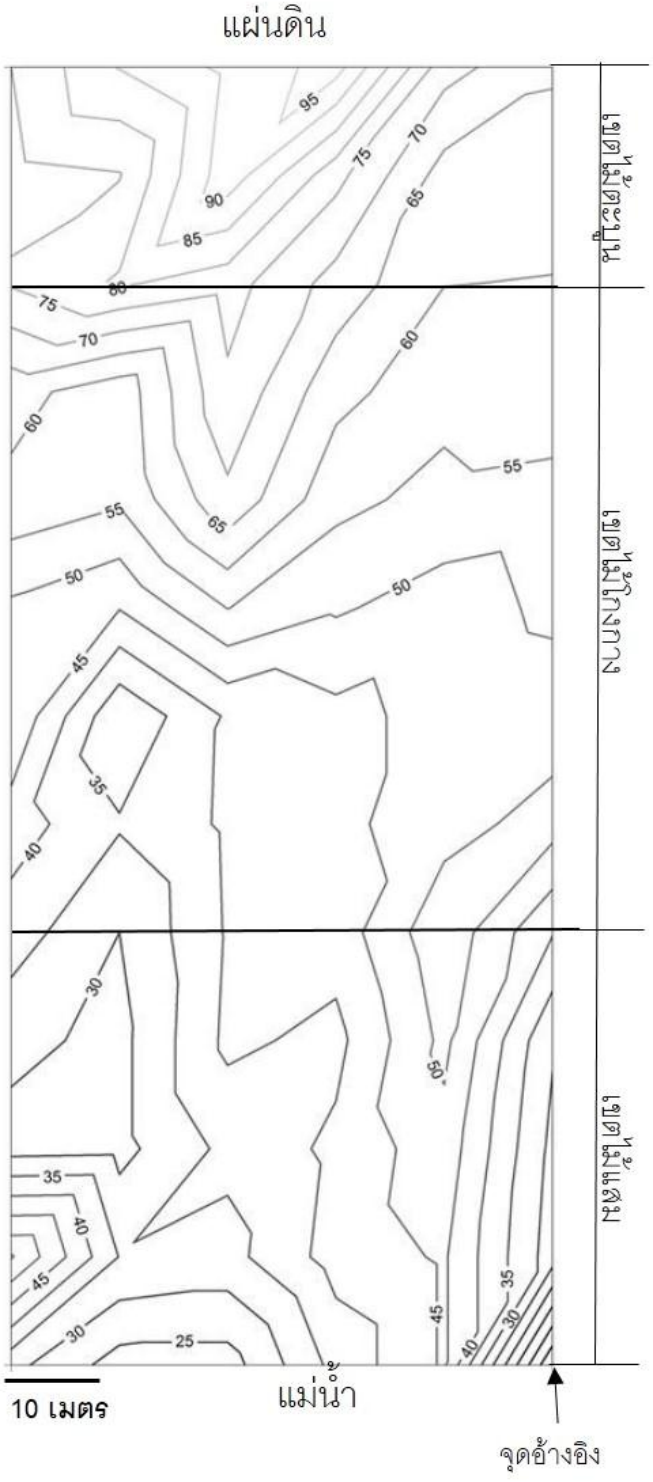
จากการบันทึกระยะเวลาที่น้ำท่วมในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ทุก ๆ 15 นาที จนกระทั่งน้ำขึ้นสูงสุดแล้วเทียบกับตารางน้ำพบว่าระยะเวลาที่น้ำท่วมในเขตไม้ตะบูนมีค่าต่างกับในเขตไม้แสมและโกงกางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.05$) โดยระยะเวลาที่น้ำท่วมเฉลี่ยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีค่าเท่ากับ 405 317 และ 160 นาที/วัน ในเขตไม้แสม โกงกาง และตะบูน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10) และระยะเวลาที่น้ำท่วมจะมีค่าลดลงเมื่อระยะห่างจากแม่น้ำเพิ่มมากขึ้น ในเขตไม้แสมซึ่งอยู่ใกล้กับแม่น้ำมากที่สุดจึงมีระยะเวลาที่น้ำท่วมขังยาวนานที่สุด ประกอบกับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ในเขตไม้โกงกางที่บางจุดมีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ใกล้เคียงกับในเขตแสมเป็นเหตุให้ระยะเวลาที่น้ำท่วมในเขตไม้โกงกางและแสมไม่แตกต่างกัน สำหรับในเขตไม้ตะบูนซึ่งอยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินมากที่สุด มีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่มากที่สุด จึงมีความถี่ในการท่วมของน้ำและระยะเวลาที่น้ำท่วมมีค่าน้อยที่สุด นอกจากนี้ระยะเวลาที่น้ำท่วมในแต่ละเขตพันธุ์ไม้จะมีค่าค่อนข้างน้อยในฤดูแล้ง เนื่องจากในฤดูแล้งมีปริมาณน้ำฝนน้อยซึ่งส่งผลให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำและทะเลน้อยกว่าในฤดูฝน

ตารางที่ 4.10 ระยะเวลาที่น้ำท่วมในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

วันที่	ระยะเวลาที่น้ำท่วม (นาที/วัน)		
	เขตไม้แสม	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้ตะบูน
18 สิงหาคม 2556 (ฤดูฝน)	440	420	350
19 สิงหาคม 2556 (ฤดูฝน)	360	270	130
19 ตุลาคม 2556 (ฤดูฝน)	380	260	80
20 กุมภาพันธ์ 2557 (ฤดูแล้ง)	440	320	80
เฉลี่ย	405.0±41.2 [a]	317.5±73.2 [a]	160.0±128.8 [b]

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

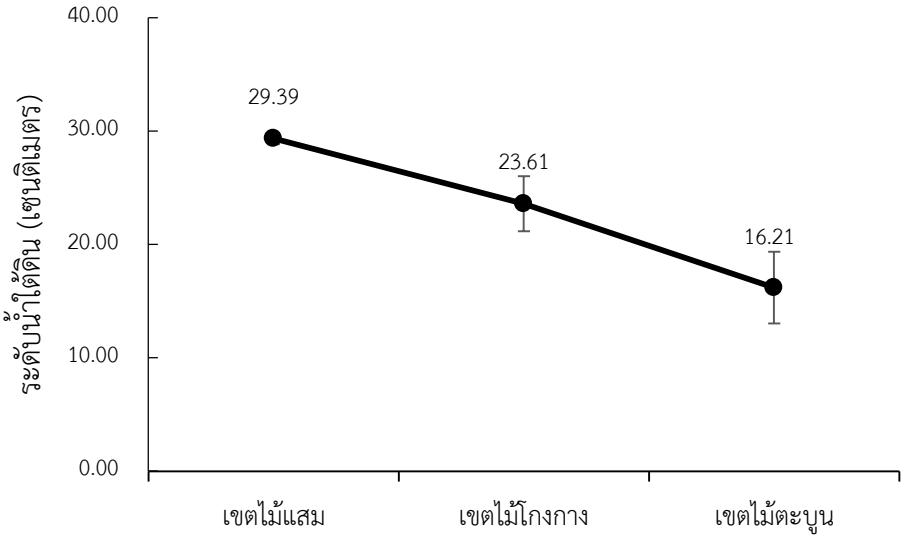
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.21 ความลาดชันของพื้นที่ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

4.5.4 ระดับน้ำใต้ดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

ระดับน้ำใต้ดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.05$) โดยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้แสม รองลงมาคือ เขตไม้โกงกาง และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้ตะบูน (ภาพที่ 4.22) ทั้งนี้เป็นผลมาจากระดับความสูงและความลาดชันในแต่ละพื้นที่ ซึ่งในเขตไม้แสมมีระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่น้อยที่สุดอีกทั้งยังอยู่ติดกับแม่น้ำมากที่สุดเป็นเหตุให้ระดับน้ำในดินในเขตไม้แสมสูงที่สุดและระดับน้ำในดินจะมีค่าลดลงเมื่อระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่มีค่าเพิ่มขึ้น ในเขตไม้ตะบูนซึ่งมีระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่มากที่สุดจึงมีระดับน้ำในดินน้อยที่สุด ขณะที่ในเขตไม้แสมและไม้โกงกางมีระดับความสูงและความลาดชันของพื้นที่ใกล้เคียงกันทำให้ระดับน้ำในของทั้งสองเขตพันธุ์ไม้ไม่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.22 ระดับน้ำใต้ดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

4.5.5 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน

ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าศักย์การนำไฟฟ้าของดิน (redoxpotentail; Eh) มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะห่างจากแม่น้ำมากขึ้น โดยค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเท่ากับ 3.38 3.45 และ 4.06 ในเขตไม้แสม โกงกาง และตะบูน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.11) ซึ่งสอดคล้องกับความเป็นกรด-ด่างของดินในป่าชายเลนทั่วไปซึ่งมีมักจะเป็นกรด การที่ความเป็นกรด-ด่างของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเขตพันธุ์ไม้ที่มีระยะห่างจากแม่น้ำมากขึ้น เป็นผลมาจากการที่ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีระยะเวลาในการท่วมของน้ำต่างกัน เนื่องจากในเขตพันธุ์ไม้ที่อยู่ติดกับแม่น้ำซึ่งมีการท่วมของน้ำนานและบ่อยที่สุด ทำให้ดินอยู่ใน

ภาวะขาดออกซิเจนดินจึงมีภาวะเป็นกรดมาก เป็นเหตุให้ในเขตไม้แสมมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินต่ำที่สุด และมีค่าเพิ่มขึ้นในเขตพันธุ์ไม้ที่มีระยะห่างจากแม่น้ำเพิ่มขึ้น

ค่าศักย์การนำไฟฟ้าของดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีค่าเท่ากับ -243.20, -233.72 และ -185.24 มิลลิโวลต์ ในเขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.11) ซึ่งค่าที่ได้อยู่ในช่วงของค่าศักย์การนำไฟฟ้าของดินในป่าชายเลนคืออยู่ในช่วง -300 ถึง 300 มิลลิโวลต์ (Mckee, 1993) ทั้งนี้ในการวัดค่าศักย์การนำไฟฟ้าของดินนั้นจะวัดขณะที่น้ำลง และเนื่องจากป่าชายเลนได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเลทำให้มีการท่วมขังของน้ำสม่ำเสมอ ดินในป่าชายเลนจึงอยู่ในภาวะขาดออกซิเจนเป็นเหตุให้ค่าศักย์การนำไฟฟ้าของดินมีค่าค่อนข้างต่ำ (Mckee, 1993) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าศักย์การนำไฟฟ้าของดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่น้ำท่วมในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะห่างจากแม่น้ำทำให้ในเขตไม้แสมมีค่าศักย์การนำไฟฟ้าของดินต่ำที่สุดรองลงมาคือเขตไม้โกงกาง และมีค่ามากที่สุดในเขตไม้ตะบูน เช่นเดียวกับการศึกษาโดย Matthijs และคณะ (1999) เกี่ยวกับการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนบริเวณอ่าว Gazi ในประเทศเคนย่า พบว่าศักย์การนำไฟฟ้าของดินมีผลต่อรูปแบบการกระจายของพันธุ์ไม้และการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน โดยพบว่า *R. mucronata* จะขึ้นอยู่บริเวณริมฝั่งติดกับทะเลซึ่งเป็นบริเวณที่ดินมีค่าศักย์การนำไฟฟ้าต่ำที่สุด ขณะที่ *C. tagal* มักจะขึ้นอยู่ในบริเวณดินที่มีค่าศักย์การนำไฟฟ้าปานกลาง และ *A. marina* นั้นสามารถพบได้ทั้งสองบริเวณ

ค่าความเค็มของดินที่มีค่าลดลงจากริมฝั่งเข้าไปในแผ่นดิน โดยค่าเฉลี่ยความเค็มของแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีค่าเท่ากับ 11.73 9.05 และ 6.96 dS/m ในเขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.11) ทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่ในเขตไม้แสมได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเลมากที่สุด กล่าวคือ ในเขตไม้แสมจะมีการท่วมของน้ำยาวนานและถี่ที่สุดทำให้มีการสะสมของไอออนเกลือในดินมาก ขณะที่ในเขตไม้โกงกางและตะบูนมีความถี่และระยะเวลาในการท่วมขังของน้ำน้อยกว่า

ลักษณะเนื้อดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยในเขตไม้แสมเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ในเขตไม้โกงกางเป็นดินร่วนปนทราย และในเขตไม้ตะบูนเป็นดินร่วน (ตารางที่ 4.12) ความแตกต่างของลักษณะเนื้อดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้เป็นผลมาจากสัดส่วนของอนุภาคดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว ซึ่งในเขตพันธุ์ไม้ที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินจะมีสัดส่วนของอนุภาคดินเหนียวลดลง อันเป็นผลมาจากการที่ตะกอนดินเหนียวซึ่งเป็นดินที่มีอนุภาคขนาดเล็กที่ถูกพัดพามากับกระแสน้ำในแม่น้ำเกิดการตกตะกอนในบริเวณที่อยู่ใกล้กับแม่น้ำได้ดีกว่าบริเวณที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน ทำให้บริเวณเขตไม้แสมซึ่งได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำมากที่สุดมีการสะสมของตะกอนดินเหนียวมาก

ว่าในเขตไม้โกงกางและตะบูนที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน (Aksornkoae et al., 1978) นอกจากนี้ลักษณะเนื้อดินปากแม่น้ำที่ใช้บรรจุลงไปใน ingrowth core แตกต่างกับดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้คือเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ซึ่งลักษณะเนื้อดินแบบนี้จะมีสัดส่วนของดินเหนียวปนอยู่มาก ทั้งนี้เนื่องจากดินเหนียวหรือดินตะกอนขนาดเล็กที่ถูกพัดมาโดยกระแสน้ำจะเกิดการทับถมกันอย่างมากบริเวณปากแม่น้ำดินในบริเวณนี้จึงแตกต่างกับดินในป่าชายเลน อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบสัดส่วนของอนุภาคดินพบว่ามีใกล้เคียงกับดินในเขตไม้แสมซึ่งมีอนุภาคดินเหนียวในสัดส่วนสูงที่สุด

ความหนาแน่นรวมของดินในเขตไม้แสมมีค่าแตกต่างกับในเขตไม้โกงกางและตะบูนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้แสม รองลงมาคือไม้โกงกางและไม้ตะบูน (ตารางที่ 4.12) ทั้งนี้เนื่องจากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีลักษณะเนื้อดินและปริมาณอินทรียสารในดินที่ต่างกัน โดยในเขตไม้โกงกางและตะบูนลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายและดินร่วน ตามลำดับ ซึ่งดินลักษณะนี้จะประกอบด้วยอนุภาคดินทรายในสัดส่วนที่สูงอีกทั้งดินในทั้งสองเขตพันธุ์ไม้มีปริมาณอินทรียสารในดินสูงกว่า ขณะที่ในเขตไม้แสมเป็นดินร่วนปนทรายแป้งที่ประกอบด้วยอนุภาคดินเหนียวและทรายแป้งเป็นส่วนใหญ่ประกอบกับมีปริมาณอินทรียสารในดินต่ำกว่า ซึ่งโดยปกติดินทรายซึ่งมีขนาดอนุภาคที่ใหญ่และมีปริมาณอินทรียสารในดินสูงจะมีความหนาแน่นรวมของดินน้อยกว่าดินที่ขนาดอนุภาคเล็ก

ปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจน และอินทรียสารของดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.05$) โดยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้ตะบูน รองลงมาคือไม้โกงกาง และไม้แสม เนื่องจากองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้แตกต่างกัน ดังเช่น Lacerda และคณะ (1995) ที่ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณอินทรียสาร ในดินระหว่างป่าโกงกางและป่าแสม พบว่าอินทรียสารในดินของป่าทั้งสองชนิดแตกต่างกัน เนื่องจากพืชแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบของโครงสร้างภายในซากพืชที่ต่างกัน นอกจากนี้ปริมาณซากพืชและการย่อยสลายซากพืชในดินก็มีผลต่อปริมาณสารอาหารในดิน เนื่องจากการย่อยสลายเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนซากพืชให้อยู่ในรูปของสารอาหารในดิน (Gleason and Ewel, 2002) เขตไม้แสมเป็นเขตที่อยู่ติดกับแม่น้ำมากที่สุดจึงได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำมากกว่าในเขตพันธุ์ไม้อื่น ซากพืชในเขตไม้แสมจึงมีโอกาสที่จะถูกนำออกไปจากพื้นที่ได้มากกว่า ขณะที่ในเขตไม้โกงกางและไม้ตะบูนอยู่ไกลจากแม่น้ำมากกว่าอีกทั้งในเขตไม้โกงกางมีลักษณะโครงสร้างรากแบบรากค้ำยันซึ่งสามารถกักเก็บซากพืชได้มากกว่าทำให้ในเขตไม้โกงกางและตะบูนมีการสะสมซากพืชในพื้นที่มากกว่าเขตไม้แสม ส่งผลให้ปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจน และอินทรียสารในดินเพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากริมฝั่งแม่น้ำ

ปริมาณฟอสฟอรัสในดินของเขตไม้โกงกางและตะบูนไม่แตกต่างกันแต่แตกต่างกับในเขตไม้แสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.05$) โดยปริมาณฟอสฟอรัสในดินมีค่ามากที่สุดในเขตไม้แสม รองลงมาคือเขตไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12) เนื่องจากดินในป่าชายเลนมีการสะสมของอินทรียสารเป็นจำนวนมากทำให้ฟอสฟอรัสในดินมักจะอยู่ในรูปของฟอสฟอรัสอินทรีย์หรือฟอสฟอรัสที่จับอยู่กับอินทรียสารในดิน ซึ่งเป็นฟอสฟอรัสที่พืชไม่สามารถทำมาใช้ประโยชน์ได้ (Boto and Wellington, 1984) สำหรับฟอสฟอรัสที่พืชสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จะอยู่ในรูปของฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำได้ถูกพัดพามาโดยกระแสน้ำทะเล ในเขตไม้แสมและบางพื้นที่ที่มีความสูงน้อยในเขตไม้โกงกางจะได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเลใกล้เคียงกันทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำถูกพัดเข้ามาในพื้นที่ใกล้เคียงกัน และมีปริมาณมากกว่าในเขตไม้ตะบูนซึ่งมีความสูงของพื้นที่มากกว่าและได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำน้อยกว่า

ตารางที่ 4.11 ค่าศักย์การนำไฟฟ้า ความเค็ม และค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

ลักษณะทางเคมีของดิน	ดินเลนปากแม่น้ำ	เขตไม้แสม	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้ตะบูน
ค่าศักย์การนำไฟฟ้า (redoxpotential; Eh) (มิลลิโวลต์)	-	-243.2	-233.72	-185.24
ความเป็นกรด-ด่างของดิน	5.68	3.38	3.45	4.06
ความเค็มของดิน (dS/m)	7.30	11.73	9.05	6.96

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.12 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน

ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน	ดินปากแม่น้ำที่บรรจุใน Ingrowth core	ก่อนการทดลอง			หลังการทดลอง		
		เขตไม้แสม	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้ตะบูน	เขตไม้แสม	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้ตะบูน
ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)	-	0.36^{a} ±0.02	0.27^{b} ±0.06	0.26^{b} ±0.06	0.40^{a} ±0.06	0.33^{b} ±0.04	0.28^{b} ±0.02
ลักษณะเนื้อดิน	ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง	ดินร่วนปนทรายแป้ง	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วน	ดินร่วนปนทรายแป้ง	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วน
ปริมาณคาร์บอน (กรัม/กิโลกรัม)	18.04^{D}	54.46^{A}	104.80^{B}	136.42^{C}	81.22^{a}	111.92^{b}	126.66^{c}
ปริมาณไนโตรเจน (กรัม/กิโลกรัม)	1.62^{D}	2.44^{A}	3.50^{B}	4.98^{C}	3.10^{a}	3.76^{b}	4.36^{c}
ปริมาณฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	24.74^{C}	96.45^{A}	95.26^{A}	35.78^{B}	72.15^{a}	65.35^{a}	16.92^{b}
ปริมาณอินทรียสารในดิน (กรัม/กิโลกรัม)	31.04^{D}	93.66^{A}	180.30^{B}	234.66^{C}	139.62^{a}	192.54^{b}	217.90^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษนแถวเดียวกันที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตรากฝอยกับปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ พื้นที่หน้าตัดรวมและค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ 4 ต้น ที่อยู่ใกล้ตำแหน่งที่ฝัง ingrowth core มากที่สุด และปัจจัยสิ่งแวดล้อม พบว่าผลผลิตรากฝอยมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิและความหนาแน่นรวมของดิน (ตารางที่ 4.13 และ 4.14)

ตารางที่ 4.13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson's correlation) ของความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตรากกับพื้นที่หน้าตัดและค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้

	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	เขตพันธุ์ไม้	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	*P*	N
รากทั้งหมด	พื้นที่หน้าตัดรวมของต้นไม้ 4 ต้น ที่อยู่ใกล้ตำแหน่งที่ฝัง ingrowth core มากที่สุด	แสม	0.332	0.182	20
		โกงกาง	0.179	0.101	20
		ตะบูน	0.263	0.548	20
	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางต้นไม้ 4 ต้น ที่อยู่ใกล้ตำแหน่งที่ฝัง ingrowth core มากที่สุด	แสม	0.321	0.209	20
		โกงกาง	0.177	0.150	20
		ตะบูน	0.237	0.510	20
รากฝอย	พื้นที่หน้าตัดรวมของต้นไม้ 4 ต้น ที่อยู่ใกล้ตำแหน่งที่ฝัง ingrowth core มากที่สุด	แสม	0.326	0.161	20
		โกงกาง	0.471	0.063	20
		ตะบูน	0.112	0.639	20
	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางต้นไม้ 4 ต้น ที่อยู่ใกล้ตำแหน่งที่ฝัง ingrowth core มากที่สุด	แสม	0.330	0.155	20
		โกงกาง	0.439	0.053	20
		ตะบูน	0.130	0.585	20

หมายเหตุ * หมายถึง มีความสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson's correlation) ของความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตรากฝอยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	*P*	N
ค่าศักย์การนำไฟฟ้าของดิน (Eh)	0.461	0.131	12
อุณหภูมิดิน	-0.865*	0.000	12
ปริมาณไนโตรเจนในดิน	0.446	0.096	15
ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน	-0.97	0.731	15
ค่าความหนาแน่นรวมของดิน	-0.643*	0.010	15
ความเป็นกรด-ด่างของดิน	0.111	0.695	18
ระยะเวลาที่น้ำท่วม	-0.117	0.481	3
ความเค็มของดิน	-0.196	0.483	18

หมายเหตุ * หมายถึง มีความสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
อภิปรายผลการศึกษา

5.1 โครงสร้างป่า

ป่าชายเลนในแปลงศึกษาถาวรของหน่วยปฏิบัติการวิจัยพฤกษนิเวศวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริเวณปากแม่น้ำตราด มีการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ที่ชัดเจน ได้แก่ เขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ จากริมฝั่งเข้าไปในแผ่นดิน ทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่ในแต่ละพื้นที่ได้รับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น ความถี่การท่วมของน้ำทะเล ลักษณะของดิน ตลอดจนความสามารถในการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดในพื้นที่ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นปัจจัยที่กำหนดการกระจายของพันธุ์ไม้ อีกทั้งการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ยังบ่งบอกถึงการทดแทนของสังคมพืชในป่าชายเลน (Tomlinson, 1986)

เขตไม้แสมเป็นบริเวณที่อยู่ติดกับแม่น้ำจึงเป็นบริเวณที่มีน้ำท่วมถึงมากที่สุดเป็นประจำทุกวัน และมีระยะเวลาที่น้ำท่วมนานที่สุด มีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่น้อยที่สุด และมีลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง เป็นบริเวณที่พบจำนวนพันธุ์ไม้น้อยที่สุดทั้งสิ้น 4 ชนิด เนื่องจากเป็นบริเวณที่สิ่งแวดล้อมผันแปรในช่วงกว้าง และพบพันธุ์ไม้เบิกนำ ได้แก่ แสมขาว (*Avicennia alba* Blume) และลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) กระจายอยู่มากมายในพื้นที่ เนื่องจากไม้เบิกนำมักจะชอบขึ้นอยู่ในบริเวณที่เป็นดินเลนที่มีทรายปะปนผสมและมีน้ำท่วมถึงเป็นประจำ (สนิท อักษรแก้ว, 2541) ซึ่งไม้เบิกนำเหล่านี้จะทำหน้าที่ในการปรับพื้นที่ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชชนิดอื่น ๆ เช่น ทำให้เกิดการสะสมของตะกอน และเกิดร่มเงาจนทำให้พืชชนิดอื่นสามารถเข้ามายึดครองพื้นที่ได้ (Tomlinson, 1986)

เขตไม้โกงกาง เป็นเขตที่อยู่ถัดจากเขตไม้แสมเข้ามาในแผ่นดิน พบพืชสกุล *Rhizophora* ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir) และโกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume) ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นเนื่องจากในการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่เกิดขึ้นภายในป่าชายเลน ไม้เบิกนำที่เจริญเติบโตในพื้นที่เปิดโล่งจะทำให้เกิดการสะสมของตะกอนขึ้นในพื้นที่ จากนั้นไม้สกุล *Rhizophora* โดยเฉพาะโกงกางใบใหญ่และโกงกางใบเล็กจะสามารถเจริญเติบโตขึ้นในบริเวณที่อยู่ถัดจากเขตของไม้เบิกนำได้ เนื่องจากสามารถเจริญเติบโตในพื้นที่ซึ่งมีดินเลนที่อ่อนนุ่มได้ดี และเมื่อมีการสะสมของตะกอนมากขึ้นก็จะไปแทนที่ในส่วนของไม้เบิกนำ นอกจากนี้ระบบรากของไม้สกุลนี้จะทำให้เกิดการสะสมของตะกอนเพิ่มมากขึ้นและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชชนิดอื่นต่อไป เช่น ไม้ตะบูน เป็นต้น (สนิท อักษรแก้ว, 2541)

เขตไม้ตะบูนเป็นเขตที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินมากที่สุด มีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่มากที่สุด เป็นบริเวณที่มีน้ำท่วมถึงบางเวลา ทำให้พื้นดินในบริเวณนี้ค่อนข้างแข็งและไม่อ่อนนุ่มเหมือนกับในเขตไม้แสมและเขตไม้โกงกาง จึงพบตะบูนขาว เป็นพันธุ์ไม้เด่น เนื่องจากตะบูนขาวเป็นพืชที่มีลักษณะโครงสร้างรากที่สามารถเจริญเติบโตในพื้นที่ที่พื้นดินแข็งได้ดี (เทียมใจ คมกฤส, 2536)

นอกจากนี้ในเขตไม้โกงกางและตะบูน มีความหลากหลายของพันธุ์ไม้มากกว่าในเขตไม้แสม เนื่องจากในทั้งสองเขตพันธุ์ไม้นี้มีความหลากหลายของพื้นที่มากกว่า กล่าวคือ มีทั้งพื้นที่น้ำท่วมและน้ำไม่ท่วมจึงมีพันธุ์ไม้ที่พบทั้งในพื้นที่น้ำท่วมบ่อยและพื้นที่น้ำท่วมเป็นครั้งคราว นอกจากนี้ยังพบว่าโกงกางใบเล็กเป็นพืชที่สามารถพบได้ในทุกเขตพันธุ์ไม้เนื่องจากเป็นพืชที่สามารถปรับตัวให้เจริญเติบโตได้ในสิ่งแวดล้อมที่หลากหลาย นอกจากนี้ลักษณะดินในบริเวณนี้เป็นดินร่วนและดินร่วนปนทรายแป้งซึ่งเหมาะต่อการเจริญเติบโตของ พังกาหัวสุมดอกแดง และโปรงแดง (เทียมใจ คมกฤส, 2536)

ชนิดของพันธุ์ไม้และลักษณะการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษามีลักษณะใกล้เคียงกับป่าชายเลนบริเวณอ่าว Gazi ในประเทศเคนย่า (Matthijs et al., 1999) ซึ่งเป็นป่าชายเลนที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนเช่นเดียวกัน โดยป่าชายเลนในพื้นที่ดังกล่าวจะพบ *S. alba* ขึ้นอยู่เป็นบริเวณแคบ ๆ ริมฝั่ง ถัดเข้าไปจะเป็นเขตของ *R. mucronata* และ *A. marina* และตามด้วยเขตที่มี *C. tagal B. gymnorhiza L. racemosa* และ *X. granatum* ขึ้นผสมกันในพื้นที่

เมื่อพิจารณาถึงลักษณะโครงสร้างเชิงปริมาณในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ทั้งก่อนและหลังการทดลองมีแนวโน้มเหมือนกัน ยกเว้นในเขตไม้แสมที่ความหนาแน่นของต้นไม้หลังการทดลองมีค่าน้อยลง ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการล้มตายของไม้เบิกนำซึ่งกำลังจะถูกแทนที่ด้วยไม้โกงกางตามกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในป่าชายเลน ในเขตไม้แสมและโกงกางมีความหนาแน่นของต้นไม้น้อยแต่มีขนาดเฉลี่ยของลำต้นค่อนข้างใหญ่ ขณะที่ในเขตไม้ตะบูนมีความหนาแน่นของต้นไม้มากที่สุด ซึ่งอาจจำกัดการเจริญของต้นไม้ส่งผลให้ต้นไม้ในเขตไม้ตะบูนมีขนาดเล็กกว่าในเขตพันธุ์ไม้อื่น ๆ เป็นเหตุให้เมื่อคำนวณพื้นที่หน้าตัดรวมในแต่ละเขตพันธุ์ไม้พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเขตไม้แสม โกงกาง และตะบูน

5.2 การประมาณมวลชีวภาพรากด้วยวิธีแอลโลเมตรี

การประมาณมวลชีวภาพรากด้วยวิธีแอลโลเมตรีเป็นการประมาณค่ามวลชีวภาพรากทั้งหมดของพืชแต่ละต้นโดยจะประมาณจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของลำต้นแต่ละต้นร่วมกับความหนาแน่นเนื้อไม้ของพืชแต่ละชนิด ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพรากจึงสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้น

ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความหนาแน่นเนื้อไม้ การประมาณมวลชีวภาพรากด้วยวิธีแอลโลเมตรีในการศึกษาครั้งนี้พบว่ามวลชีวภาพรากทั้งก่อนและหลังการทดลองมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือไม้ตะบูน และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้แสม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในเขตไม้โกงกางมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของลำต้นเฉลี่ยสูงที่สุด ส่วนในเขตไม้แสมมีความหนาแน่นของต้นไม้และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของลำต้นเฉลี่ยน้อย ขณะที่ในเขตไม้ตะบูนมีขนาดลำต้นเฉลี่ยน้อยกว่าแต่มีความหนาแน่นของต้นไม้มาก และค่ามวลชีวภาพรากที่ได้จากการประมาณด้วยวิธีแอลโลเมตรีในการศึกษาครั้งนี้ (66.80 – 106.08 ตัน/เฮกแตร์) อยู่ในช่วงของมวลชีวภาพรากในป่าชายเลนดั้งเดิม และป่ารุ่นสองที่มีการรายงานจากการศึกษาอื่น ๆ (Komiyama et al., 2008) นอกจากนี้เมื่อพิจารณามวลชีวภาพรากก่อนและหลังการทดลองพบว่ามวลชีวภาพรากมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกเขตพันธุ์ไม้ โดยมวลชีวภาพรากที่เพิ่มขึ้นในเขตไม้แสมมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือเขตไม้โกงกาง และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้ตะบูน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่ในเขตไม้ตะบูนมีความหนาแน่นของต้นไม้มากที่สุดจึงเกิดการแก่งแย่งน้ำและธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชระหว่างต้นไม้แต่ละต้นมากกว่าในอีกสองเขตพันธุ์ไม้ทำให้จำกัดการเจริญเติบโตของต้นไม้ ขณะที่ในเขตไม้แสมซึ่งประกอบด้วยไม้เบิกนำซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็วจึงมีอัตราการสร้างรากสูงกว่า

5.3 มวลชีวภาพรากใต้ดินเมื่อเริ่มทำการทดลอง

5.3.1 ความหนาแน่นรากต่อปริมาตรดิน และมวลชีวภาพรากใต้ดินทั้งหมดในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

การศึกษามวลชีวภาพรากใต้ดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้พบว่า ความหนาแน่นและมวลชีวภาพรากใต้ดินมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือเขตไม้แสม และตะบูน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของลำต้นในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ การที่พืชมีลำต้นขนาดใหญ่ย่อมมีน้ำหนักมากจึงจำเป็นต้องสร้างรากจำนวนมากเพื่อช่วยในการพยุงลำต้นให้สามารถคงอยู่ได้และสามารถดูดซึมน้ำและธาตุอาหารให้เพียงพอต่อการดำรงชีวิต อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามวลชีวภาพรากใต้ดินทั้งหมดในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ไม่แตกต่างกัน (ANOVA, P=0.113) ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้ soil core ในการเก็บตัวอย่างรากที่จะต้องสุ่มเก็บตัวอย่างรากให้ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่ แต่เนื่องจากการกระจายของรากในแนวขนานกับผิวดินที่ไม่สม่ำเสมอ คือรากขนาดใหญ่มักมีการกระจายอย่างหนาแน่นบริเวณโคนต้น ดังเช่นการศึกษาของ Komiyama และคณะ (1989) ซึ่งศึกษาระบบรากพืชป่าชายเลน 2 ชนิด ได้แก่ *R. stylosa* และ *B. gymnorrhiza* โดยวิธี trenching method พบว่าพืชทั้งสองชนิดมีการกระจายของมวลชีวภาพรากในแนวขนานกับพื้นดินในรูปแบบที่คล้ายกันกล่าวคือ เมื่อพิจารณาเชิงพื้นที่พบว่ารากขนาดใหญ่มีการกระจายไม่สม่ำเสมอโดยจะมีการกระจายอย่างหนาแน่นบริเวณใกล้โคนต้น ขณะที่การกระจายของรากขนาดเล็ก

และรากฝอยค่อนข้างสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้การเก็บตัวอย่างรากโดยใช้ soil core และวิธี trenching method จะทำให้รากขนาดใหญ่บางส่วนไม่ถูกสุ่มเก็บ ส่งผลให้เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามวลชีวภาพรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้การที่ในเขตไม้แสมมีความหนาแน่นของต้นไม้น้อยอาจส่งผลให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของมวลชีวภาพรากใต้ดินมีความผันแปรในช่วงกว้างกว่าในเขตไม้โกงกางและไม้ตะบูน

ขณะที่ค่าเฉลี่ยมวลซากรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.05$) โดยความหนาแน่นและมวลซากรากมีค่ามากที่สุดในเขตไม้ตะบูน รองลงมาคือในเขตไม้โกงกาง และน้อยที่สุดในเขตไม้แสม สอดคล้องกับการศึกษาของ Chalermchatwilai และคณะ (2011) ที่ศึกษาการกระจายของซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ในพื้นที่เดียวกันพบว่าในเขตไม้ตะบูนมีซากรากฝอยสะสมในดินมากกว่าในเขตไม้โกงกางและไม้แสมอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากการสะสมของมวลซากรากในดินเกี่ยวข้องกับอัตราการย่อยสลายซากรากซึ่งมีค่าลดลงเมื่อระยะห่างจากริมฝั่งแม่น้ำมากขึ้น (บัญชูรย์ เฉลิมฉัตรวิไล, 2553) เป็นเหตุให้มวลซากรากมีการสะสมเพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากแม่น้ำ นอกจากนี้มวลซากรากที่สะสมในพื้นที่ป่าชายเลนยังส่งผลให้ระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่มีความแตกต่างกันในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ กล่าวคือในเขตไม้ตะบูนที่มีการสะสมของซากรากในดินมากที่สุดจึงมีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่มากที่สุด ขณะที่ความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่มีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้แสม เช่นเดียวกับความแปรปรวนที่มีช่วงกว้างที่สุดในเขตไม้ตะบูน รองลงมาคือ ในเขตไม้โกงกาง และแคบที่สุดในเขตไม้แสม

5.3.2 สัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ

สัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ ในทั้งสามเขตพันธุ์ไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (χ^2, $P<0.050$) (ตารางที่ 4.5) สัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ ในเขตไม้ตะบูนและโกงกางมีความแตกต่างกันน้อยที่สุด ($\chi^2=6.129$, $P=0.047$) กล่าวคือ ในทั้งสองเขตพันธุ์ไม้พบรากฝอยเป็นสัดส่วนสูงที่สุด (59-70%) หากแต่ในเขตไม้โกงกางนั้นรากที่มีสัดส่วนมวลชีวภาพสูงเป็นลำดับถัดมาคือรากขนาดเล็กขณะที่ในเขตไม้ตะบูนเป็นรากขนาดใหญ่ ซึ่งความแตกต่างนี้อธิบายได้จากลักษณะสัณฐานวิทยาของรากในเขตไม้โกงกางที่มีระบบรากเหนือดินแบบรากค้ำยัน (prop root) ที่แตกแขนงจากลำต้นและหยั่งลงดิน ทำหน้าที่ในการพยุงส่วนเหนือดินของต้นทั้งหมดไว้ ทั้งยังช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊สเนื่องจากมี lenticel จำนวนมากอยู่บนผิวของรากค้ำยัน ส่วนรากฝอยและรากขนาดเล็กจะแตกแขนงออกมาจากปลายของรากค้ำยันที่หยั่งลงในพื้นดิน (Tomlinson, 1986) เนื่องจากรากค้ำยันเป็นรากที่มีขนาดใหญ่ และการที่โกงกางมีระบบรากค้ำยันจึงไม่จำเป็นต้องสร้าง cable root ซึ่งมักเป็นรากขนาดใหญ่และขนาดกลางที่เจริญในแนวขนานใต้ผิวดิน ทำให้พบรากขนาดกลาง

และรากขนาดใหญ่ใต้ดินในสัดส่วนที่น้อยและพบรากขนาดเล็กและรากฝอยในสัดส่วนที่สูง ขณะที่สัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ ในเขตไม้แสมและไม้โกงกางมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก (χ^2 = 36.83, P<0.0001) กล่าวคือ ในเขตไม้แสมจะพบรากขนาดต่าง ๆ ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันขณะที่ในเขตไม้โกงกางพบรากฝอยในสัดส่วนสูงที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะในเขตไม้แสมมีระบบรากหายใจที่สร้าง pneumatophore ซึ่งอยู่เหนือดินจำนวนมากทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส pneumatophore เหล่านี้เจริญมาจาก cable root ใต้ดินที่เจริญต่อเนื่องมาจากโคนต้นและเติบโตในแนวขนานกับผิวดิน และที่บริเวณใกล้ผิวดินจะพบรากฝอยและรากขนาดเล็กปริมาณมากแตกแขนงออกมาจาก pneumatophore และ cable root เพื่อทำหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุรวมทั้งยึดเกาะกับพื้นดิน (Tomlinson, 1986) รากขนาดกลางและรากขนาดใหญ่ที่พบในเขตไม้แสมมักเป็นส่วนของ cable root ที่ทำหน้าที่พยุงลำต้นตลอดจนลำเลียงแก๊ส จากลักษณะสัณฐานวิทยาของรากดังกล่าวทำให้พบรากขนาดต่าง ๆ ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน

5.4 มวลชีวภาพรากฝอยและมวลชีวภาพรากที่พบภายใน ingrowth core ของแต่ละเขตพันธุ์ไม้

มวลชีวภาพรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, *P*<0.050) โดยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือเขตไม้ตะบูน และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้แสม อีกทั้งในเขตไม้โกงกางและตะบูนมีความผันแปรของมวลชีวภาพรากฝอยในช่วงกว้าง ขณะที่ในเขตไม้แสมมีความผันแปรในช่วงที่แคบ (ภาพที่ 4.7) ทั้งนี้เป็นผลมาจากลักษณะสัณฐานวิทยาของรากร่วมกับลักษณะโครงสร้างป่าที่แตกต่างกันในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ กล่าวคือ รากฝอยของไม้โกงกางแตกแขนงมาจากรากขนาดกลางและเล็กที่บริเวณส่วนปลายของรากค้ำยันที่อยู่ใต้ผิวดิน การที่ในเขตไม้โกงกางมีค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงที่สุดทำให้ไม้โกงกางต้องสร้างรากค้ำยันจำนวนมากเพื่อช่วยในการพยุงลำต้น การสร้างรากค้ำยันจำนวนมากย่อมส่งผลให้เขตไม้โกงกางมีมวลชีวภาพของรากใต้ดินและมวลชีวภาพรากฝอยสูงที่สุด ขณะที่ต้นไม้ในเขตไม้แสมและตะบูนมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาของรากที่คล้ายกันบางประการ คือรากฝอยจะแตกแขนงมาจากรากที่มีขนาดใหญ่กว่าซึ่งเจริญต่อเนื่องจากโคนลำต้นลงใต้ดินในแนวขนานไปกับผิวดิน แต่เนื่องจากความหนาแน่นของต้นไม้ในเขตไม้ตะบูนมากกว่าในเขตไม้แสมจึงทำให้มวลชีวภาพรากฝอยในเขตไม้ตะบูนสูงกว่าในเขตไม้แสม นอกจากนี้การที่เขตไม้แสมตั้งอยู่บริเวณติดกับแม่น้ำทำให้มีการท่วมขังของน้ำในพื้นที่อยู่เสมอจึงมีการสร้างรากฝอยน้อยกว่าในทั้งสองเขตพันธุ์ไม้ เช่นเดียวกับการศึกษาโดย Castaneda-Moya และคณะ (2011) ในป่าชายเลนของประเทศสหรัฐอเมริกาที่พบว่าพืชจะมีการเคลื่อนย้ายมวลชีวภาพไปยังรากฝอยน้อยลงเมื่ออยู่บริเวณที่มีความถี่ของการท่วมขังของน้ำสูงเนื่องจากสิ่งแวดล้อมดังกล่าวทำให้พืชอยู่สภาวะเครียด

ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรากและความหนาแน่นรากที่เจริญเข้าไปภายใน ingrowth core มีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือเขตไม้ตะบูนและไม้แสม ซึ่งรากที่เจริญเข้าไปภายใน ingrowth core ส่วนใหญ่เป็นรากฝอยโดยมวลชีวภาพรากฝอยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือเขตไม้ตะบูน และไม้แสม โดยคิดเป็นร้อยละ 86.24 72.98 และ 61.00 ของมวลชีวภาพรากทั้งหมดตามลำดับ ขณะที่รากที่มีขนาดใหญ่กว่ารากฝอยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือเขตไม้แสม และไม้ตะบูน ตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากต้นไม้ในเขตไม้โกงกางมีค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นมากที่สุด ต้นไม้ที่มีขนาดลำต้นใหญ่ย่อมสร้างรากเป็นจำนวนมากเพื่อให้ดูดซึมน้ำและสารอาหารให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและสามารถยึดลำต้นให้สามารถคงอยู่ได้จึงมีมวลชีวภาพของรากใต้ดินสูงที่สุด ขณะที่ต้นไม้ในเขตไม้ตะบูนและเขตไม้แสมมีขนาดลำต้นเฉลี่ยเล็กกว่าและในเขตไม้แสมประกอบด้วยไม้เบิกนำซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงเนื่องจากจะถูกแทนที่ด้วยพันธุ์ไม้อื่นประกอบกับมีความหนาแน่นของต้นไม้น้อยกว่าในเขตไม้ตะบูนจึงทำให้รากที่อยู่รอบบริเวณที่ฝัง ingrowth core สามารถเจริญเติบโตเข้าไปภายในได้มากกว่า อีกทั้งลักษณะสัณฐานวิทยาของรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ที่ต่างกันซึ่งรากของพืชในเขตไม้แสมจะมีสัดส่วนของรากขนาดต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกันดังแสดงในส่วนของการศึกษามวลชีวภาพรากก่อนการทดลองอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พบมวลชีวภาพรากที่มีขนาดใหญ่กว่ารากฝอยมากกว่าในเขตพันธุ์ไม้อื่น

นอกจากนี้หากพิจารณาถึงมวลชีวภาพรากที่เจริญเข้าไปใน ingrowth core ที่ระยะเวลาต่าง ๆ พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นในทุกเขตพันธุ์ไม้ ในช่วงแรกของการทดลองรากฝอยซึ่งแตกแขนงมาจากรากขนาดอื่น ๆ ที่อยู่รอบ ingrowth core สามารถเจริญเข้าไปภายใน ingrowth core ได้อย่างรวดเร็วทำให้พบเพียงรากฝอยเท่านั้น ส่วนรากที่มีขนาดใหญ่กว่ารากฝอยซึ่งโดยมากเป็นส่วนของ cable root และ รากค้ำยัน (prop root) ที่หยั่งลงสู่พื้นดิน ทำให้ใช้ระยะเวลาเจริญเข้ามาใน ingrowth core นานกว่า ดังผลการทดลองที่พบในเขตไม้โกงกางและแสมพบรากขนาดเล็กและขนาดกลางที่ระยะเวลา 4 เดือน ขณะที่ในเขตไม้ตะบูนพบที่ระยะเวลา 6 เดือน หลังการฝัง ingrowth core นอกจากนี้มวลชีวภาพรากฝอยที่พบในเขตไม้โกงกางและตะบูนมีความสัมพันธ์เชิงบวกในรูปของสมการเอกซ์โพเนนเชียลกับระยะเวลาในการฝัง ingrowth core (N=6, $P<0.050$) (ภาพที่ 4.10) อย่างไรก็ตามไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวในเขตไม้แสม มวลชีวภาพรากฝอยในเขตไม้แสมมีค่าสูงกว่าในเขตไม้โกงกางและไม้ตะบูนในช่วงเริ่มต้นของการทดลอง แต่มวลชีวภาพรากฝอยในเขตไม้โกงกางและตะบูนเพิ่มขึ้นอย่างมากตั้งแต่ที่ระยะเวลา 6 เดือน ขณะที่ในเขตไม้แสมมวลชีวภาพรากมีการเพิ่มขึ้นไม่มากนัก ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงแทนที่และองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ในเขตไม้แสมซึ่งเป็นเขตที่ประกอบด้วยไม้เบิกนำและเป็นเขตที่อยู่ในช่วงเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงแทนในป่าชายเลนซึ่งพืชที่เป็นไม้เบิกนำจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและจากนั้น

อัตราการเจริญเติบโตจะน้อยเมื่อเทียบกับต้นไม้ที่อยู่ในลำดับขั้นถัดไปของการเปลี่ยนแปลงซึ่งอัตราการเจริญเติบโตจะมีค่าเพิ่มขึ้น จึงเป็นเหตุให้ในเขตไม้แสมมีการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพรากภายใน ingrowth core น้อยกว่าในเขตไม้โกงกางและตะบูน

เมื่อรากที่เจริญเข้าไปใน ingrowth core ตายลงเป็นซากราก (necromass) ทำให้สะสมมวลซากรากภายใน ingrowth core มวลซากรากมีแนวโน้มลดลงในเขตไม้แสม ขณะที่มวลซากรากในเขตไม้โกงกางและตะบูนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของมวลซากรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.050$) โดยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้ตะบูน รองลงมาคือเขตไม้โกงกาง และไม้แสม ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลจากการที่ป่าชายเลนมีน้ำท่วมขังอยู่เสมอ ดินในป่าชายเลนจึงอยู่ในภาวะไร้ออกซิเจน ป่าชายเลนจึงเป็นระบบนิเวศที่มีอัตราการย่อยสลายต่ำ (Huxham et al., 2010) จึงมีการสะสมของซากรากในดินจำนวนมาก เป็นเหตุให้พบมวลซากรากสะสมในดินเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการที่ในเขตไม้แสมมีการสะสมของมวลซากรากน้อยลงอาจเป็นผลมาจากอัตราการย่อยสลายซากรากที่สูงในเขตไม้แสมเมื่อเทียบกับเขตพันธุ์ไม้อื่น (บัญชูรย์ เฉลิมฉัตรวิไล, 2553) กล่าวคือ เขตไม้แสมเป็นเขตที่อยู่ติดแม่น้ำจึงมีช่วงระยะเวลาที่น้ำท่วมขังนานที่สุด แต่อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำที่มักสูงกว่าดินในช่วงกลางวันจึงทำให้อุณหภูมิดินบริเวณที่น้ำท่วมนานสูงขึ้นมากกว่าบริเวณที่น้ำท่วมในช่วงเวลาสั้น ๆ (Poungparn et al., 2009) ซึ่งอุณหภูมิดินที่สูงจะส่งผลต่ออัตราการย่อยสลายซากพืชในพื้นดิน ด้วยเหตุนี้การสะสมของมวลซากรากในดินของเขตไม้แสมจึงน้อยที่สุด ขณะที่ในเขตไม้ตะบูนซึ่งอยู่เข้าไปในแผ่นดินมากที่สุดมีมวลซากรากสะสมมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาโดย Chalermchatwilai และคณะ (2011) ที่ศึกษาการกระจายของซากรากฝอยในพื้นที่เดียวกันพบว่าซากรากฝอยในดินสะสมมากที่สุดในเขตไม้ตะบูน รองลงมาคือเขตไม้โกงกาง และไม้แสม รากฝอยมักมีช่วงชีวิตสั้นและมีการสะสมของซากรากฝอยภายใน ingrowth core เป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงพบว่ามวลซากรากที่พบในเขตไม้โกงกางและไม้ตะบูนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมวลชีวภาพรากฝอยเจริญเข้าไปภายใน ingrowth core เพิ่มขึ้น แต่ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวในเขตไม้แสม โดยที่มวลชีวภาพรากฝอยเพิ่มขึ้นแต่มวลซากรากที่พบภายใน ingrowth core มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการที่ในเขตไม้แสมมีอัตราการย่อยสลายซากรากที่สูงกว่าในเขตไม้โกงกางและไม้ตะบูนทำให้มวลซากรากบางส่วนถูกย่อยสลายไป ขณะที่ในเขตไม้โกงกางและตะบูนรากฝอยที่ตายจะถูกเก็บสะสมไว้ในดินเป็นส่วนใหญ่เมื่อเทียบกับส่วนที่ถูกย่อยสลาย

5.5 ผลผลิตรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

ผลผลิตรากทั้งหมดในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีความผันแปรค่อนข้างมากตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา ค่าเฉลี่ยของผลผลิตรากทั้งหมดมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือเขตไม้แสมและไม้ตะบูน โดยมีค่าเท่ากับ 1.253±0.985 1.371±0.665 และ 1.019±0.970 กรัม/ตารางเมตร/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8) เนื่องจากในการคำนวณผลผลิตรากทั้งหมดจะพิจารณารากทุกขนาดที่สามารถเจริญเติบโตเข้าไปภายใน ingrowth core ซึ่งรากขนาดกลางและรากที่มีขนาดใหญ่จะสามารถเจริญเข้าไปภายใน ingrowth core ได้อย่างจำกัดทำให้ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลองพบรากขนาดดังกล่าวไม่สม่ำเสมอ ขณะที่รากฝอยเป็นรากที่มีขนาดเล็กสามารถแตกแขนงเข้าไปภายใน ingrowth core ได้อย่างรวดเร็วผลผลิตรากฝอยจึงมีความผันแปรไม่มากนักเมื่อเทียบกับผลผลิตรากทั้งหมด โดยผลผลิตรากฝอยมีแนวโน้มลดลงในเขตไม้แสม ขณะที่ผลผลิตรากฝอยในเขตไม้โกงกางและตะบูนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการที่ในเขตไม้แสมประกอบด้วยไม้เบิกนำที่มีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็วทำให้รากสามารถเจริญเข้าไปภายใน ingrowth core ที่มีเฉพาะดินเลนเปล่าบรรจุอยู่ได้อย่างรวดเร็ว

ผลผลิตในรอบปีและค่าเฉลี่ยของผลผลิตรากฝอยในเขตไม้แสมมีค่าต่างจากเขตไม้โกงกางและไม้ตะบูนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.05$) โดยในเขตไม้แสมจะมีผลผลิตรากฝอยน้อย ขณะที่ผลผลิตรากที่มีขนาดใหญ่กว่ารากฝอยมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับเขตพันธุ์ไม้อื่นที่มีผลผลิตของรากทั้งสองขนาดมีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับในเขตไม้โกงกางและไม้ตะบูนผลผลิตรากฝอยมีค่าสูงกว่ามาก ซึ่งสอดคล้องกับสัดส่วนมวลชีวภาพของรากขนาดต่าง ๆ ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ซึ่งในเขตไม้แสมจะมีรากขนาดต่าง ๆ ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันขณะที่ในเขตไม้โกงกางและตะบูนรากฝอยเป็นรากที่มีสัดส่วนสูงที่สุด ทั้งนี้เป็นผลมาจากลักษณะสัณฐานวิทยาของรากพืชในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ดังที่ได้กล่าวไว้ในผลการศึกษามวลชีวภาพรากใต้ดินก่อนการทดลองในหัวข้อสัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ การที่ผลผลิตรากฝอยในรอบปีมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้แสมจะสอดคล้องกับมวลชีวภาพส่วนเหนือดินของพืชในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการที่พืชมีมวลชีวภาพของส่วนเหนือดินมากย่อมต้องสร้างรากฝอยจำนวนมากเพื่อให้สามารถดูดซึมน้ำและสารอาหารได้เพียงพอกับความต้องการสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตของต้นพืชโดยรวม (ภาพที่ 4.17)

จากการศึกษาผลผลิตรากฝอยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมพบว่าผลผลิตรากฝอยมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิและความหนาแน่นรวมของดิน โดยอุณหภูมิของดินสูงจะกระตุ้นให้เซลล์ของรากพืชมีการหายใจที่สูงขึ้นและส่งผลให้ผลผลิตรากฝอยมีค่าน้อย (Sorrell and Armstrong, 1994) ในเขตไม้แสมซึ่งอุณหภูมิของดินมีค่าสูงกว่าในเขตไม้โกงกางและตะบูนจึงมีผลผลิตรากฝอยน้อยที่สุด สำหรับ

ความหนาแน่นรวมของดินจะส่งผลต่อการแตกแขนงและการเจริญเติบโตของรากฝอยในดิน ดินที่มีความหนาแน่นรวมของดินสูงมักจะมีผลผลิตรากฝอยต่ำ เนื่องจากอนุภาคดินจับกันอย่างหนาแน่นและมีการถ่ายเทอากาศในดินได้น้อยทำให้มีออกซิเจนในดินน้อยกว่าดินที่มีความหนาแน่นรวมน้อยส่งผลให้การเจริญเติบโตของรากฝอยน้อย ทั้งนี้เนื่องจากในเขตไม้แสมซึ่งมีความหนาแน่นรวมของดินสูงกว่าในเขตไม้โกงกางและตะบูนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงอาจส่งผลให้ค่าผลผลิตรากฝอยมีค่าน้อยที่สุด นอกจากนี้ผลผลิตรากฝอยมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาที่น้ำท่วมเพิ่มขึ้นเนื่องจากระยะเวลาในการท่วมขังของน้ำที่ยาวนานจะทำให้ดินอยู่ในภาวะขาดออกซิเจนซึ่งจะไปจำกัดการเจริญเติบโตของราก ส่งผลให้ผลผลิตรากฝอยลดลงเมื่อระยะเวลาที่น้ำท่วมยาวนานขึ้น (Sánchez, 2005)

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของผลผลิตรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.932 ถึง 1.117 กรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งอยู่ในช่วงเดียวกับผลผลิตรากฝอยที่ได้ศึกษาในป่าชายเลนบริเวณริมฝั่งแม่น้ำของประเทศไมโครนีเซีย (Gleason and Ewel, 2002) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.329 – 2.055 กรัม/ตารางเมตร/วัน อันประกอบด้วยพันธุ์ไม้เด่น ได้แก่ *R. apiculata*, *S. alba* และ *B. gymnorrhiza* ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ที่พบในการศึกษาครั้งนี้เช่นกัน ส่งผลให้ค่าของผลผลิตรากฝอยที่ได้ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้การศึกษาของ Castañeda-Moya และคณะ (2011) ที่ศึกษาผลผลิตรากฝอยในป่าชายเลนบริเวณริมแม่น้ำในรัฐฟลอริดาของประเทศสหรัฐอเมริกา อันประกอบด้วยพันธุ์ไม้เด่นได้แก่ *R. mangle* (L.), *A. germinants* (L.), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerm.f. และ *Conocarpus erectus* L. พบว่าผลผลิตรากฝอยมีค่าเฉลี่ยเพียง 0.395 กรัม/ตร.ม./วัน ซึ่งเมื่อเทียบกับการศึกษาครั้งนี้จัดอยู่ในช่วงของผลผลิตรากฝอยที่มีค่าน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะชนิดพืชที่เป็นองค์ประกอบในป่าชายเลนต่างกันอีกทั้งป่าชายเลนในรัฐฟลอริดาอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบกึ่งร้อนซึ่งมักจะมีผลผลิตทางนิเวศวิทยาที่น้อยกว่าป่าชายเลนในเขตร้อน

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตรากฝอยในระบบนิเวศต่าง ๆ ที่ใช้วิธีการศึกษาเดียวกันพบว่าผลผลิตรากฝอยที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับระบบนิเวศป่าอื่น ๆ และมีค่าสูงกว่าผลผลิตรากฝอยในระบบนิเวศป่าชายเลนในเขตกึ่งร้อนของประเทศสหรัฐอเมริกา (ภาพที่ 4.19)

5.6 อัตราการเวียนกลับของราก

อัตราการเวียนกลับของรากฝอยมีค่ามากกว่ารากที่มีขนาดใหญ่กว่าในเขตพันธุ์ไม้เดียวกันซึ่งสอดคล้องกับในหลายงานวิจัย เช่น Gill และ Jackson (2000) ที่พบว่ารากฝอยจะมีช่วงชีวิตสั้นและมีอัตราการเวียนกลับของรากสูงเมื่อเทียบกับรากที่มีขนาดใหญ่กว่า เนื่องจากรากฝอยและรากที่มีขนาดใหญ่มีหน้าที่ต่างกัน รากที่มีขนาดใหญ่จะเป็นโครงสร้างในการยึดและพยุงลำต้นไว้กับผิวดิน ขณะที่รากฝอยมีหน้าที่ในการดูดซึมสารอาหารรากฝอยจึงมีความต้องการพลังงานสูง และมีอัตราการเผา

ผลาญและการหายใจระดับเซลล์สูง (Castaneda-Moya et al., 2011; Gholz et al., 1986; Norby and Jackson, 2000) ทำให้มีช่วงชีวิตสั้นกว่ารากที่มีขนาดใหญ่กว่า

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเวียนกลับของรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้พบว่ามีค่ามากที่สุดในเขตไม้ตะบูน รองลงมาคือ เขตไม้โกงกาง และไม้แสม ซึ่งอัตราการเวียนกลับของรากฝอยแปรผันตามปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ภาพที่ 4.18) ซึ่งเป็นสารอาหารที่เป็นปัจจัยที่จำกัดการเจริญเติบโตของพืชในป่าชายเลน (สนิท อักษรแก้ว, 2541) เช่นเดียวกับการศึกษาอื่น ๆ ที่พบว่าอัตราการเวียนกลับของรากฝอยจะเพิ่มขึ้นตามความอุดมสมบูรณ์ของปริมาณสารอาหารในดิน (Aber et al., 1989; Yuan and Chen, 2012) และพืชจะมีการปรับตัวทางสรีระวิทยาให้รากมีช่วงชีวิตที่ยาวนานขึ้นและมีอัตราการเวียนกลับน้อยลงเมื่ออยู่ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Nadelhoffer et al., 1985) ในเขตไม้ตะบูนเป็นเขตที่มีความหนาแน่นของต้นไม้และมีความอุดมสมบูรณ์ของปริมาณสารอาหารในดินสูงที่สุดพืชจึงมีการแก่งแย่งธาตุอาหารในดินสูงทำให้มีอัตราการเวียนกลับของรากสูงที่สุด อีกทั้งอัตราการเวียนกลับของรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ยังสอดคล้องกับปริมาณคาร์บอนในดินซึ่งมีค่ามากที่สุดในเขตไม้ตะบูน รองลงมาคือไม้โกงกาง และไม้แสม

อย่างไรก็ตามอัตราการเวียนกลับของรากฝอยมีความผันแปรในแต่ละประเภทของระบบนิเวศป่าและชนิดของพืชที่เป็นองค์ประกอบ (Matamala et al., 2003) (ตารางที่ 5.1)โดยอัตราการเวียนกลับของรากฝอยในระบบนิเวศป่าเขตร้อนมีแนวโน้มสูงกว่าในเขตอบอุ่น เนื่องจากอุณหภูมิของดินที่สูงกว่าทำให้อัตราการเผาผลาญภายในเซลล์สูงกว่าในเขตอบอุ่น รากฝอยของพืชในเขตร้อนจึงมีช่วงชีวิตที่สั้นและมีอัตราการเวียนกลับของรากฝอยสูงกว่าในเขตอบอุ่น (Gill and Jackson, 2000) นอกจากนี้ความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในดินของป่าเขตร้อนมีมากกว่าในเขตอบอุ่นจึงอาจเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้อัตราการเวียนกลับของรากฝอยในระบบนิเวศป่าเขตร้อนมีค่าสูงกว่าในเขตอบอุ่น จากผลการศึกษาครั้งชี้ให้เห็นว่าผลผลิตรากและอัตราการเวียนกลับของรากฝอยมีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับรากที่มีขนาดใหญ่กว่า รากฝอยจึงเป็นส่วนสำคัญต่อการหมุนเวียนคาร์บอนและธาตุอาหารในระบบนิเวศป่า

ระบบนิเวศป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มีผลผลิตและอัตราการเวียนกลับของรากฝอยค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับระบบนิเวศป่าบก (ภาพที่ 4.19, ตารางที่ 5.1) และเนื่องจากระบบนิเวศป่าชายเลนมีอัตราการย่อยสลายของซากรากในดินต่ำจึงมีการสะสมของซากรากในดินเป็นจำนวนมาก รากฝอยจึงเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญในระบบนิเวศป่าชายเลน นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้พบว่าผลผลิตรากในรอบปีที่ได้จากการศึกษาด้วย ingrowth core (1140.64 2053.67 และ 1425.28 กรัม/ตารางเมตร/ปี ในเขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ) มีค่าสูงกว่าผลผลิต

รากที่ได้จากการประมาณด้วยวิธีแอลโลเมตรี (316 209 และ 132 กรัม/ตารางเมตร/ปี ในเขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ) ค่อนข้างมากทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากที่ในระหว่างช่วงระยะเวลา 1 ปีมีการเวียนกลับของรากฝอยเกิดขึ้นชี้ให้เห็นว่าในการประมาณค่าผลผลิตรากฝอยในระบบนิเวศป่าชายเลนที่แม่นยำไม่สามารถประมาณได้จากผลต่างของมวลชีวภาพรากที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 1 ปี และการประมาณค่าผลผลิตรากด้วยวิธีแอลโลเมตรีอาจให้ผลที่น้อยกว่าความเป็นจริง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.1 ผลผลิตรากฝอยและอัตราการเวียนกลับของรากในระบบนิเวศต่าง ๆ

ระบบนิเวศ	สถานที่ศึกษา	ชนิดพืช	ผลผลิตรากฝอย (กรัม/ตร.ม./ปี)	อัตราเวียนกลับ (รอบ/ปี)	ผู้ศึกษา
ป่าสนผลัดใบในเขตอบอุ่น	ประเทศเบลเยียม	*Pynus sylvestris* L.	210.00	0.80	Janssens et al., 2002
ป่าปลูกในเขตอบอุ่น	ประเทศจีน	*Larix gmelinli* (larch) *Fraxinus mandshurica* (ash)	20.14 154.63	0.23 1.08	Mei et al., 2009
ป่าปลูกยูคาลิปตัส	ประเทศบราซิล	Eucalyptus saligma (Sm.)	112.00	1.80	Jourdan et al., 2008
ป่าสน	การรวบรวมเอกสาร	*Pinus sylvestris* L. *P. banksiana* (Lamb) *Picea abies* L. (Karst) *P. mariana* (Mill) *P. glauca* L. (Moench) *Thuja occidentalis* L.	282.00	1.07	Yuan and Chen 2010

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษา

การศึกษาผลผลิตรากฝอยโดยวิธี ingrowth core ในแปลงศึกษาถาวรขนาด 50 ×120 ตารางเมตรของหน่วยปฏิบัติการวิจัยพฤกษนิเวศวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริเวณป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด สามารถสรุปได้ดังนี้

1. โครงสร้างป่า

โครงสร้างป่าในแปลงศึกษาประกอบด้วยไม้ยืนต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร เป็นต้นไปทั้งหมด 9 ชนิด ป่าชายเลนในบริเวณนี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 เขตพันธุ์ไม้ ได้แก่ เขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับจากริมฝั่งเข้าไปในแผ่นดิน เขตไม้แสมพบพันธุ์ไม้ซึ่งเป็นไม้เบิกนำ ได้แก่ แสมขาว (*Avicennia alba* Blume) และลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) กระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่โดยมีแสมขาวเป็นพันธุ์ไม้เด่น เขตไม้โกงกางมีโกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir) และโกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume) เป็นพันธุ์ไม้เด่น ขณะที่ในเขตไม้ตะบูนมีตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koenig) เป็นพันธุ์ไม้เด่น

ความหนาแน่นของต้นไม้และพื้นที่หน้าตัดรวมมีค่ามากที่สุดในเขตไม้ตะบูน รองลงมาคือไม้โกงกาง และไม้แสม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือเขตไม้แสม และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้ตะบูน โดยมีค่าเท่ากับ 13.4 12.5 และ 9.5 เซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่มวลชีวภาพส่วนเหนือดินและมวลชีวภาพทั้งหมด มีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือไม้ตะบูนและไม้แสม ตามลำดับ

2. มวลชีวภาพรากและมวลซากราก

มวลชีวภาพรากที่ประมาณโดยวิธีแอลโลเมตรีเมื่อเริ่มและหลังทำการทดลองมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง และมวลชีวภาพรากมีค่าเพิ่มขึ้นในระหว่างทำการทดลองในทั้งสามเขตพันธุ์ไม้โดยในเขตไม้แสมมีมวลชีวภาพรากเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือเขตไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ โดยมีค่าเพิ่มขึ้น 3.16 2.09 และ 1.32 ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากในเขตไม้แสมประกอบด้วยไม้เบิกนำทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตที่เร็วกว่าจึงมีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นสูงที่สุด ขณะที่ในเขตไม้ตะบูนมีความหนาแน่นของต้นไม้มากจึงเกิดการแก่งแย่งธาตุอาหารระหว่างต้นไม้แต่ละชนิดมากกว่าในอีกทั้งสองเขตพันธุ์ไม้ทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปได้อย่างจำกัด

การศึกษามวลชีวภาพรากเมื่อเริ่มทำการทดลองโดยใช้ soil core พบว่าค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรากใต้ดินทั้งหมดมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือเขตไม้แสม และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้

ตะบูน โดยค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรากใต้ดินทั้งหมดในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีค่าเท่ากับ 2065.57 1607.58 และ 1430.23 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ สอดคล้องกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของลำต้นในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ขณะที่ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรากฝอยมีค่าแตกต่างกันในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ โดยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือเขตไม้ตะบูน และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้แสม โดยมีค่าเท่ากับ 1445.60 842.55 และ 437.07 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ เนื่องจากลักษณะโครงสร้างป่าในแต่ละเขตพันธุ์ไม้กล่าวคือ ในเขตไม้แสมมีความหนาแน่นของต้นไม้น้อยที่สุดส่งผลให้มีมวลชีวภาพรากฝอยน้อยที่สุด

สัดส่วนมวลชีวภาพรากใต้ดินขนาดต่าง ๆ แตกต่างกันในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ โดยสัดส่วนมวลชีวภาพรากขนาดต่าง ๆ ในเขตไม้ตะบูนและไม้โกงกางมีความแตกต่างกันน้อยที่สุด กล่าวคือ ในทั้งสองเขตพันธุ์ไม้พบรากฝอยเป็นสัดส่วนสูงที่สุด (59-70%) หากแต่ในเขตไม้โกงกางนั้นรากที่มีสัดส่วนมวลชีวภาพสูงเป็นลำดับถัดมาคือรากขนาดเล็ก แต่ในเขตไม้ตะบูนเป็นรากขนาดใหญ่ทั้งนี้เป็นผลมาจากลักษณะสัณฐานวิทยาของรากพืชแต่ละชนิด

ความหนาแน่นและมวลซากรากมีค่ามากที่สุดในเขตไม้ตะบูน รองลงมาคือ เขตไม้โกงกาง และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้แสม โดยมีค่าเท่ากับ 14.72 4.16 และ 2.35 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ เนื่องจากอัตราการย่อยสลายซากรากในดินมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะห่างจากริมฝั่งแม่น้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการย่อยสลายซากรากในดินแปรผันตามอุณหภูมิดินที่มีค่ามากที่สุดในเขตไม้แสม และลดลงเมื่อระยะห่างจากริมฝั่งแม่น้ำเพิ่มขึ้น

ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพรากและความหนาแน่นรากที่เจริญเข้าไปภายใน ingrowth core มีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือเขตไม้ตะบูนและไม้แสมและรากที่เจริญเข้าไปภายใน ingrowth core ส่วนใหญ่เป็นรากฝอยโดย คิดเป็นร้อยละ 61 83 และ 76 ของมวลชีวภาพรากทั้งหมด ในเขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ มวลชีวภาพรากฝอยที่พบในเขตไม้โกงกางและตะบูนมีความสัมพันธ์เชิงบวกในรูปของสมการเอกซ์โพเนนเชียลกับระยะเวลาในการฝัง ingrowth core แต่ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวในเขตไม้แสม นอกจากนี้มวลชีวภาพรากฝอยในเขตไม้แสมมีค่าสูงกว่าในเขตไม้โกงกางและไม้ตะบูนในช่วงเริ่มต้นของการทดลอง ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงแทนที่และองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ นอกจากนี้มวลซากรากที่สะสมภายใน ingrowth core มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับมวลชีวภาพรากฝอยที่เจริญเข้าไปภายใน ingrowth core ในเขตไม้โกงกางและไม้ตะบูน แต่ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวในเขตไม้แสมเนื่องจากในเขตไม้แสมมีอัตราการย่อยสลายซากรากที่สูงกว่าในเขตไม้โกงกางและไม้ตะบูน มวลซากรากบางส่วนจึงถูกย่อยสลายไป ขณะที่ในเขตไม้โกงกางและตะบูนรากฝอยที่ตายจะถูกเก็บสะสมไว้ในดินเป็นส่วนใหญ่

3. ผลผลิตราก

ผลผลิตรากทั้งหมดมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือเขตไม้แสม และไม้ตะบูน โดยมีค่าเท่ากับ 1.253 1.371และ 1.019 กรัม/ตารางเมตร/วัน ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยผลผลิตรากฝอยมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกาง รองลงมาคือไม้ตะบูน และมีค่าน้อยที่สุดในเขตไม้แสม โดยมีค่าเท่ากับ 1.117 0.942 และ0.932 กรัม/ตารางเมตร/วัน ทั้งนี้เป็นผลมาจากลักษณะโครงสร้างป่าและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของรากพืชในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ นอกจากนี้ผลผลิตรากฝอยมีแนวโน้มลดลงในเขตไม้แสม ขณะที่ในเขตไม้โกงกางและไม้ตะบูนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการที่ในเขตไม้แสมประกอบด้วยไม้เบิกนำที่มีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว ผลผลิตรากฝอยในรอบปีในเขตไม้แสม ไม้โกงกางและไม้ตะบูนมีค่าเท่ากับ 428.80 1659.27 และ1254.71 กรัม/ตารางเมตร/ปี ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับมวลชีวภาพส่วนเหนือดินของพืชในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ขณะที่ผลผลิตรากที่ประมาณโดยวิธีแอลโลเมตรี ซึ่งมีค่าน้อยกว่าผลผลิตรากฝอยที่ได้จากการศึกษาด้วยวิธี ingrowth core (โดยมีค่าเท่ากับ 316 209 และ 132 กรัม/ตารางเมตร/ปี ในเขตไม้แสม ไม้โกงกาง และไม้ตะบูน ตามลำดับ) ชี้ให้เห็นว่าการประมาณค่าผลผลิตรากจากการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพรากในช่วงเวลา 1 ปีดังเช่นการประมาณค่าผลผลิตรากโดยวิธีแอลโลเมตรีอาจทำให้ได้ค่าผลผลิตรากฝอยที่น้อยกว่าความเป็นจริงเนื่องจากในช่วงระยะเวลานั้นอาจมีการเวียนกลับของรากเกิดขึ้น

นอกจากนี้ผลผลิตรากฝอยมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิและความหนาแน่นรวมของดิน เนื่องจากอุณหภูมิของดินที่สูงจะทำให้อัตราการหายใจของรากเพิ่มขึ้น และความหนาแน่นรวมของดินจะส่งผลต่อการถ่ายเทของอากาศในดินซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของรากทำให้ผลผลิตรากฝอยมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิและความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้น

4. อัตราการเวียนกลับของราก

อัตราการเวียนกลับของรากฝอยมีค่ามากกว่ารากที่มีขนาดใหญ่กว่าในเขตพันธุ์ไม้เดียวกัน เนื่องจากรากฝอยทำหน้าที่เกี่ยวกับการดูดซึมธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชจึงมีอัตราการเผาผลาญและการหายใจระดับเซลล์สูงทำให้มีช่วงชีวิตสั้นกว่ารากที่มีขนาดใหญ่กว่า อัตราการเวียนกลับของรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้พบว่ามีค่ามากที่สุดในเขตไม้ตะบูน รองลงมาคือ เขตไม้โกงกาง และไม้แสม โดยมีค่าเท่ากับ 1.49 1.15 และ 0.98 รอบ/ปี ตามลำดับ ซึ่งอัตราการเวียนกลับของรากฝอยแปรผันตามปริมาณไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสในดินเนื่องจากพืชจะมีการปรับตัวทางสรีระวิทยาให้รากมีช่วงชีวิตที่ยาวนานขึ้นและมีอัตราการเวียนกลับน้อยลงเมื่ออยู่ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

5. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีความแตกต่างกัน กล่าวโดยสรุปได้ว่าในเขตไม้แสมซึ่งเป็นเขตที่อยู่ติดกับแม่น้ำมากที่สุด มีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่น้อยที่สุด และความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากริมฝั่งแม่น้ำทำให้ความถี่และระยะเวลาในการท่วมของน้ำในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ต่างกัน ส่งผลต่อลักษณะเนื้อดิน อุณหภูมิดิน ค่าศักย์การนำไฟฟ้าของดิน ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสในดินซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการสะสมของซากรากในดินรวมทั้งผลผลิต และอัตราการเวียนกลับของรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์ไม้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เทียมใจ คมกฤส, 2536. โครงสร้างของไม้ป่าชายเลน. บริษัท ฉลองรัตน์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

บัญฑูรย์ เฉลิมฉัตรวิไล, 2553. อัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด. พฤกษศาสตร์, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สนิท อักษรแก้ว, 2541. ป่าชายเลนนิเวศวิทยาและการจัดการ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภาษาอังกฤษ

Aber, J. D., Nadelhoffer, K. J., Steudler, P., Melillo, J. M., 1989. Nitrogen Saturation in Northern Forest Ecosystems: Excess nitrogen from fossil fuel combustion may stress the biosphere. BioScience 39, 378-386.

Aksornkoae, S., Wattayakorn, G., Kaitpraneet, W., 1978. Physical and chemical properties of soil and water in mangrove forest at forest at Amphoe Khlung, Changwat Chantaburi, Thailand., Final report submitted to UNESCO, Paris.

Amarasinghe, M. D., Balasubramaniam, S., 1992. Net primary productivity of two mangrove forest stands on the northwestern coast of Sri Lanka. Hydrobiologia 247, 37-47.

Aragao, L. E. O. C., Malhi, Y., Metcalfe, D. B., Silva-Espejo, J. E., Jimenez, E., Navarrete, D., Almeida, S., Costa, A. C. L., Salinas, N., Phillips, O. L., Anderson, L. O., Alvarez, E., Baker, T. R., Goncalvez, P. H., Huaman-Ovalle, J., Mamani-Solorzano, M., Meir, P., Monteagudo, A., Patino, S., Penuela, M. C., Prieto, A., Quesada, C. A., Rozas-Davila, A., Rudas, A., Silva, J. A., Vasquez, R., 2009. Above- and below-ground net primary productivity across ten Amazonian forests on contrasting soils. Biogeosciences 6, 2759-2778.

Bao, T. Q., 2011. Effect of mangrove forest structures on wave attenuation in coastal Vietnam. Oceanologia 53, 807-818.

Boto, K. G., Wellington, J. T., 1984. Soil Characteristics and Nutrient Status in a Northern Australian Mangrove Forest. Estuaries 7, 61-69.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Bouyoucos, G. J., 1926. Estimation of the Colloidal Material in Soils. Science 64, 362.

Brunner, I., Bakker, M. R., Bjork, R. G., Hirano, Y., Lukac, M., Aranda, X., Borja, I., Eldhuset, T. D., Helmisaari, H. S., Jourdan, C., Konopka, B., Lopez, B. C., Perez, C. M., Persson, H., Ostonen, I., 2013. Fine-root turnover rates of European forests revisited: an analysis of data from sequential coring and ingrowth cores. Plant and Soil 362, 357-372.

Callesen, I., Liski, J., Raulund-Rasmussen, K., Olsson, M. T., Tau-Strand, L., Vesterdal, L., Westman, C. J., 2003. Soil carbon stores in Nordic well-drained forest soils - relationships with climate and texture class. Global Change Biology 9, 358-370.

Castaneda-Moya, E., Twilley, R. R., Rivera-Monroy, V. H., Marx, B. D., Coronado-Molina, C., Ewe, S. M. L., 2011. Patterns of Root Dynamics in Mangrove Forests Along Environmental Gradients in the Florida Coastal Everglades, USA. Ecosystems 14, 1178-1195.

Chalermchatwilai, B., Poungparn, S., Patanaponpaiboon, P., 2011. Distribution of fine-root necromass in a secondary mangrove forest in Trat province, Eastern Thailand. Scienceasia 37, 1-5.

Chapman, V. J., 1970. Mangrove phytosociology. Tropical Ecology 11, 1-19.

Christensen, B., 1978. Biomass and primary production of Rhizophora apiculata Bl. in a mangrove in southern Thailand. Aquatic Botany 4, 43-52.

Clark, D. A., Brown, S., Kicklighter, D. W., Chambers, J. Q., Thomlinson, J. R., Ni, J., 2001. Measuring net primary production in forests: concepts and field methods. Ecological Applications 11, 356-370.

Dahlman, R. C., Kucera, C. L., 1965. Root Productivity and Turnover in Native Prairie. Ecology 46, 84-89.

Day Jr, J. W., Conner, W. H., Ley-Lou, F., Day, R. H., Navarro, A. M., 1987. The productivity and composition of mangrove forests, Laguna de Términos, Mexico. Aquatic Botany 27, 267-284.

Fairley, R. I., Alexander, I. J., 1985. Methods of calculating fine root production in forests. In: A.H. Fitter, et al., Eds.), Ecological Interactions in Soil:Plants, Microbes and Animals. Blackwell Scientific Publications, UK, pp. 37-42.

Finer, L., Ohashi, M., Noguchi, K., Hirano, Y., 2011. Factors causing variation in fine root biomass in forest ecosystems (vol 261, pg 265, 2010). Forest Ecology and Management 262, 701-701.

Gholz, H. L., Hendry, L. C., Cropper Jr, W. P., 1986. Organic matter dynamics of fine roots in plantations of slash pine (Pinuselliottii) in north Florida. Canadian Journal of Forest Research 16, 529-538.

Gielen, B., Calfapietra, C., Lukac, M., Wittig, V. E., De Angelis, P., Janssens, I. A., Moscatelli, M. C., Grego, S., Cotrufo, M. F., Godbold, D. L., Hoosbeek, M. R., Long, S. P., Miglietta, F., Polle, A., Bernacchi, C. J., Davey, P. A., Ceulemans, R., Scarascia-Mugnozza, G. E., 2005. Net carbon storage in a poplar plantation (POPFACE) after three years of free-air CO2 enrichment. Tree Physiol 25, 1399-1408.

Gill, R. A., Burke, I. C., 1999. Ecosystem consequences of plant life form changes at three sites in the semiarid United States. Oecologia 121, 551-563.

Gill, R. A., Jackson, R. B., 2000. Global patterns of root turnover for terrestrial ecosystems. New Phytologist 147, 13-31.

Gleason, S. M., Ewel, K. C., 2002. Organic matter dynamics on the forest floor of a Micronesian mangrove forest: An investigation of species composition shifts. Biotropica 34, 190-198.

Goodman, A. M., Ennos, A. R., 1998. Responses of the root systems of sunflower and maize to unidirectional stem flexure. Annals of Botany 82, 347-357.

Gower, S. T., McMurtrie, R. E., Murty, D., 1996. Aboveground net primary production decline with stand age: potential causes. Trends in Ecology & Evolution 11, 378-382.

Gower, S. T., Kucharik, C. J., Norman, J. M., 1999. Direct and Indirect Estimation of Leaf Area Index, fAPAR, and Net Primary Production of Terrestrial Ecosystems. Remote Sensing of Environment 70, 29-51.

Gower, S. T., Vogel, J. G., Norman, J. M., Kucharik, C. J., Steele, S. J., Stow, T. K., 1997. Carbon distribution and aboveground net primary production in aspen, jack pine, and black spruce stands in Saskatchewan and Manitoba, Canada. Journal of Geophysical Research 102, 29029-29041.

Hogarth, P., 1999. The Biology of Mangroves. Oxford University Press, New York.

Huxham, M., Langat, J., Tamooh, F., Kennedy, H., Mencuccini, M., Skov, M. W., Kairo, J., 2010. Decomposition of mangrove roots: Effects of location, nutrients, species identity and mix in a Kenyan forest. Estuarine Coastal and Shelf Science 88, 135-142.

Jackson, M. L., 1973. Soil Chemical Aanalysis. Prentice Hall, New Delhi, India

Jackson, R. B., Mooney, H. A., Schulze, E. D., 1997. A global budget for fine root biomass, surface area, and nutrient contents. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 94, 7362-7366.

Janssens, I. A., Sampson, D. A., Curiel-Yuste, J., Carrara, A., Ceulemans, R., 2002. The carbon cost of fine root turnover in a Scots pine forest. Forest Ecology and Management 168, 231-240.

Jiménez, E. M., Moreno, F. H., Peñuela, M. C., Patiño, S., Lloyd, J., 2009. Fine root dynamics for forests on contrasting soils in the Colombian Amazon. Biogeosciences 6, 2809-2827, doi:10.5194/bg-6-2809-2009.

Johnson, M. G., Tingey, D. T., Phillips, D. L., Storm, M. J., 2001. Advancing fine root research with minirhizotrons. Environmental and Experimental Botany 45, 263-289.

Joslin, J. D., Gaudinski, J. B., Torn, M. S., Riley, W. J., Hanson, P. J., 2006. Fine-root turnover patterns and their relationship to root diameter and soil depth in a 14C-labeled hardwood forest. New Phytol 172, 523-535.

Jourdan, C., Silva, E. V., Gonçalves, J. L. M., Ranger, J., Moreira, R. M., Laclau, J. P., 2008. Fine root production and turnover in Brazilian Eucalyptus plantations under contrasting nitrogen fertilization regimes. Forest Ecology and Management 256, 396-404.

Karizumi, N., 1974. Mechanism and function of tree root in process of forest production I. Method of investigation and estimation of the root biomass. Japanese Bulletin Government Forest Experimental Station 259, 1-99.

Kathiresan, K., 2003. How do mangrove forests induce sedimentation? Revista De Biologia Tropical 51, 355-359.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Kenzo, T., Ichie, T., Hattori, D., Itioka, T., Handa, C., Ohkubo, T., Kendawang, J. J., Nakamura, M., Sakaguchi, M., Takahashi, N., Okamoto, M., Tanaka-Oda, A., Sakurai, K., Ninomiya, I., 2009. Development of allometric relationships for accurate estimation of above- and below-ground biomass in tropical secondary forests in Sarawak, Malaysia. Journal of Tropical Ecology 25, 371-386.

Komiyama, A., Moriya, H., Ogino, K., 1989. A quantitative analysis of root system of mangrove tree species in Iriomte Island, southern Japan. Galaxea 8, 89-96.

Komiyama, A., Poungparn, S., Kato, S., 2005. Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. Journal of Tropical Ecology 21, 471-477.

Komiyama, A., Ong, J. E., Poungparn, S., 2008. Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: A review. Aquatic Botany 89, 128-137.

Komiyama, A., Ogino, K., Aksornkoae, S., Sabhasri, S., 1987. Root biomass of a mangrove forest in southern Thailand. 1. Estimation by the trench method and the zonal structure of root biomass. Journal of Tropical Ecology 3, 97-108.

Komiyama, A., Havanond, S., Srisawatt, W., Mochida, Y., Fujimoto, K., Ohnishi, T., Ishihara, S., Miyagi, T., 2000. Top/root biomass ratio of a secondary mangrove (*Ceriops tagal* (Perr.) C.B. Rob.) forest. Forest Ecology and Management 139, 127-134.

Lacerda, L. D., Ittekkot, V., Patchineelam, S. R., 1995. Biogeochemistry of Mangrove Soil Organic-Matter - a Comparison between Rhizophora and Avicennia Soils in South-Eastern Brazil. Estuarine Coastal and Shelf Science 40, 713-720.

Matamala, R., Gonzalez-Meler, M. A., Jastrow, J. D., Norby, R. J., Schlesinger, W. H., 2003. Impacts of fine root turnover on forest NPP and soil C sequestration potential. Science 302, 1385-1387.

Matthijs, S., Tack, J., van Speybroeck, D., Koedam, N., 1999. Mangrove species zonation and soil redox state, sulphide concentration and salinity in Gazi Bay (Kenya), a preliminary study. Mangroves and Salt Marshes 3, 243-249.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Mckee, K. L., 1993. Soil Physicochemical Patterns and Mangrove Species Distribution - Reciprocal Effects. Journal of Ecology 81, 477-487, doi:Doi 10.2307/2261526.

McNaughton, S. J., Milchunas, D. G., Frank, D. A., 1996. How can net Primary Productivity be Measured in Grazing Ecosystems? Ecology 77, 974-977.

Mei, L., Gu, J., Zhang, Z., Wang, Z., 2009. Responses of fine root mass, length, production and turnover to soil nitrogen fertilization in Larix gmelinii and Fraxinus mandshurica forests in Northeastern China. Journal of Forest Research 15, 194-201.

Nadelhoffer, K. J., Raich, J. W., 1992. Fine Root Production Estimates and Belowground Carbon Allocation in Forest Ecosystems. Ecology 73, 1139-1147.

Nadelhoffer, K. J., Aber, J. D., Melillo, J. M., 1985. Fine Roots, Net Primary Production, and Soil Nitrogen Availability: A New Hypothesis. Ecology 66, 1377-1390.

Newman, G. S., Arthur, M. A., Muller, R. N., 2006. Above- and belowground net primary production in a temperate mixed deciduous forest. Ecosystems 9.

Norby, R. J., Jackson, R. B., 2000. Root dynamics and global change: seeking an ecosystem perspective. New Phytologist 147, 3-12.

Ong, J. E., Gong, W. K., Wong, C. H., 2004. Allometry and partitioning of the mangrove, *Rhizophora apiculata*. Forest Ecology and Management 188, 395-408.

Ostonen, I., Lohmus, K., Pajuste, K., 2005. Fine root biomass, production and its proportion of NPP in a fertile middle-aged Norway spruce forest: Comparison of soil core and ingrowth core methods. Forest Ecology and Management 212, 264-277.

Persson, H., 1978. Root Dynamics in a Young Scots Pine Stand in Central Sweden. Oikos 30, 508-519.

Persson, H., 2000. Adaptive tactics and characteristics of tree fine roots. In: Stokes, A., (Ed.), The Supporting Roots of Trees and Woody Plants: Form, Function and Physiology, Vol. 87. Springer Netherlands, pp. 337-346.

Petteri, V., Annikki, M., 1999. Fine root biomass of Scots pine stands differing in age and soil fertility in southern Finland. Tree Physiology 19, 823-830.

Pezeshki, S. R., Pardue, J. H., Delaune, R. D., 1993. The Influence of Soil Oxygen Deficiency on Alcohol-Dehydrogenase Activity, Root Porosity, Ethylene

Production and Photosynthesis in Spartina-Patens. Environmental and Experimental Botany 33, 565-573.

Poungparn, S., 2003. Common allometric relationships for estimating the biomass of mangrove forests. United Graduate School of Agricultural Science, Vol. Ph.D. Dissertation. Gifu University, pp. 87.

Poungparn, S., Komiyama, A., Sangteian, T., Maknual, C., Patanaponpaiboon, P., Suchewaboripont, V., 2012. High primary productivity under submerged soil raises the net ecosystem productivity of a secondary mangrove forest in eastern Thailand. Journal of Tropical Ecology 28, 303-306.

Poungparn, S., Komiyama, A., Tanaka, A., Sangtiean, T., Maknual, C., Kato, S., Tanapermpool, P., Patanaponpaiboon, P., 2009. Carbon dioxide emission through soil respiration in a secondary mangrove forest of eastern Thailand. Journal of Tropical Ecology 25, 393-400.

Putz, F. E., Chan, H. T., 1986. Tree growth, dynamics, and productivity in a mature mangrove forest in Malaysia. Forest Ecology and Management 17, 211-230.

Quan, X. K., Wang, C. K., Zhang, Q. Z., Wang, X. C., Luo, Y. Q., Bond-Lamberty, B., 2010. Dynamics of fine roots in five Chinese temperate forests. Journal of Plant Research 123, 497-507.

Rabinowitz, D., 1978. Early Growth of Mangrove Seedlings in Panama, and an Hypothesis Concerning the Relationship of Dispersal and Zonation. Journal of Biogeography 5, 113-133.

Sánchez, B. G., 2005. Belowground productivity of mangrove forests in southwest Florida. Faculty of Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in The Department of Oceanography and Coastal Sciences by Beatriz Giraldo Sánchez BS, Universidad Del Valle.

Sands, R., Greacen, E., Gerard, C., 1979. Compaction of sandy soils in Radiata pine forests. I. A penetrometer study. Soil Research 17, 101-113.

Shipley, B., Meziane, D., 2002. The balanced-growth hypothesis and the allometry of leaf and root biomass allocation. Functional Ecology 16, 326-331.

Smith Iii, T. J., Boto, K. G., Frusher, S. D., Giddins, R. L., 1991. Keystone species and mangrove forest dynamics: the influence of burrowing by crabs on soil nutrient status and forest productivity. Estuarine, Coastal and Shelf Science 33, 419-432.

Sorrell, B. K., Armstrong, W., 1994. On the Difficulties of Measuring Oxygen Release by Root Systems of Wetland Plants. Journal of Ecology 82, 177-183.

Stewart, C. G., 2000. A Test of Nutrient Limitation in Two Tropical Montane Forests Using Root Ingrowth Cores1. Biotropica 32, 369-373.

Sukardjo, S., Yamada, I., 1992. Biomass and productivity of a Rhizophora mucronata Lamarck plantation in Tritih, Central Java, Indonesia. Forest Ecology and Management 49, 195-209.

Tamooh, F., Huxham, M., Karachi, M., Mencuccini, M., Kairo, J. G., Kirui, B., 2008. Below-ground root yield and distribution in natural and replanted mangrove forests at Gazi bay, Kenya. Forest Ecology and Management 256, 1290-1297.

Tatuo Kira, Tsunahide Shidei, 1967. Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystem of the Western pacific. Japanese Journal of Ecology 17, 71-87.

Tomlison P.B., 1986. The Botany of Mangroves. Cambridge University Press, Cambridge.

Twilley, R. W., Lugo, A. E., Patterson-Zucca, C., 1986. Litter Production and Turnover in Basin Mangrove Forests in Southwest Florida. Ecology 67, 670-683.

Vogt, K., Person, H., 1991. Mesuring growth and development of roots. In: J.P.Lassoie, T.M.Hinckley, Eds.), Techniques, Approaches in Forest Tree Ecophysiology. CRC Press, Boca Raton pp. 477-501.

Vogt, K., Vogt, D., Bloomfield, J., 1998. Analysis of some direct and indirect methods for estimating root biomass and production of forests at an ecosystem level. Plant and Soil 200, 71-89.

Vogt, K., Vogt, D., Palmiotto, P., Boon, P., O'Hara, J., Asbjornsen, H., 1995. Review of root dynamics in forest ecosystems grouped by climate, climatic forest type and species. Plant and Soil 187, 159-219.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Wells, A. G., 1982. Mangrove vegetation of northern Australia. In: Clough, B. F., (Ed.), Mangrove ecosystem in Australia-structure, function and management. Australia institute of marine science, Australia.

Withington, J. M., Elkin, A. D., Bułaj, B., Olesinski, J., Tracy, K. N., Bouma, T. J., Oleksyn, J., Anderson, L. J., Modrzynski, J., Reich, P. B., Eissenstat, D. M., 2003. The impact of material used for minirhizotron tubes for root research. New Phytologist 160, 533-544.

Yanai, R. D., Eissenstat, D. M., 2002. Coping with herbivores and pathogens: a model of optimal root turnover. Functional Ecology 16, 865-869.

Yang, L. Y., Wu, S. T., Zhang, L. B., 2010. Fine root biomass dynamics and carbon storage along a successional gradient in Changbai Mountains, China. Forestry 83, 379-387.

Youssef, T., Saenger, P., 1999. Mangrove zonation in Mobbs Bay - Australia. Estuarine Coastal and Shelf Science 49, 43-50.

Yuan, Z. Y., Chen, H., 2010. Fine Root Biomass, Production, Turnover Rates, and Nutrient Contents in Boreal Forest Ecosystems in Relation to Species, Climate, Fertility, and Stand Age: Literature Review and Meta-Analyses. Critical Reviews in Plant Sciences 29, 204-221.

Yuan, Z. Y., Chen, H. Y. H., 2012. A global analysis of fine root production as affected by soil nitrogen and phosphorus. Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences 279, 3796-3802.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษา

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
1	601	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
1	602	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
1	603	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
1	604	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
1	605	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
1	414	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
1	462	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
1	464	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
1	465	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
1	466	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
1	482	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
1	B660	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
1	B661	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
2	606	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
2	607	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	608	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	609	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	610	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	611	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	612	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	613	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	614	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	615	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	616	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
2	617	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	618	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	619	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	415	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
2	467	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	468	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	469	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	483	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	485	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
2	486	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	C707	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
3	620	โกงกางใบเล็ก	Rhizophora apiculata Blume	Rhizophoraceae
3	621	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
3	622	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
3	623	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
3	624	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
3	625	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
3	626	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
3	627	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
3	628	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
3	629	แสมขาว	*Avicennia alba* Blum	Acanthaceae
3	630	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
3	631	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
3	632	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
3	633	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
3	645	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
3	416	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
3	417	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
3	418	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
3	419	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
3	420	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
3	470	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
3	471	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
3	B662	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
3	B663	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
3	B664	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	634	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
4	635	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
4	636	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
4	637	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
4	638	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
4	639	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
4	640	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
4	641	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
4	642	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
4	643	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
4	644	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
4	646	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
4	421	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	422	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	423	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	424	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	B727	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	425	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
4	426	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	427	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	428	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	472	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	473	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	474	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
4	475	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	489	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	490	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	J300	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
4	C912	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
4	C915	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
4	B665	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
4	B666	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
4	B667	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
5	647	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	648	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	649	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	650	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	651	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	652	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	653	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	654	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	655	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	656	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
5	657	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	658	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	659	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	660	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	429	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	430	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	C705	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
5	C706	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
5	J301	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	J302	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
5	C913	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
5	C914	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
5	C916	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
5	B669	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
5	B670	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
6	661	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
6	662	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
6	663	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
6	664	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
6	431	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
6	432	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
6	433	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
6	434	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
6	476	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
6	477	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
6	C709	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
6	C945	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
6	C946	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
6	C947	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
6	B671	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
7	665	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
7	666	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
7	667	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
7	668	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
7	669	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
7	435	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
7	436	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
7	437	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
7	C917	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
7	B675	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
8	670	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
8	671	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
8	672	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
8	438	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
8	439	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
8	440	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
8	441	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
8	442	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
8	463	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
8	491	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
8	492	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
8	C708	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
8	B673	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
8	B674	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
9	673	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
9	674	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
9	675	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
9	676	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
9	677	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
9	678	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
9	443	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
9	B728	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
9	478	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
9	493	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
9	C701	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
9	C702	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
9	C940	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
9	C918	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
9	C919	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
9	C920	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
9	C921	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
9	B672	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	679	แสมขาว	*Avicennia alba Blume*	Acanthaceae
10	680	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
10	681	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
10	682	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
10	683	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
10	444	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
10	494	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	495	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	496	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	497	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	C941	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	C943	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	C922	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	C923	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	C924	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	C942	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	C944	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	B676	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	B677	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
11	684	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
11	685	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
11	686	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
11	687	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
11	688	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
11	689	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
11	690	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
11	691	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
11	692	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
11	693	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
11	445	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
11	498	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
11	C703	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
11	C704	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
11	J299	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
11	C925	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
11	C926	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
12	694	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
12	695	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
12	696	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
12	697	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
12	698	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
12	699	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
12	700	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
12	701	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
12	702	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
12	732	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
12	446	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
12	447	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
12	448	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
12	479	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
12	480	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
12	499	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
12	500	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
12	C927	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
12	C928	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
12	B678	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
47	35	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
47	B 679	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
13	703	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
13	704	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
13	705	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
13	706	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
13	707	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
13	J298	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
13	B681	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
13	B729	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir..	Rhizophoraceae
14	708	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
14	709	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
14	710	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
14	711	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
14	712	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
14	713	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
14	C930	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
14	C929	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
14	C931	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
14	C932	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
14	B684	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
15	714	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
15	715	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
15	716	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
15	717	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
15	718	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
15	719	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
15	720	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
15	721	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
15	722	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
15	723	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
15	724	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
15	449	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
16	725	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
16	726	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
16	727	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
16	728	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
16	729	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
16	730	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
16	731	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
16	B730	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
16	733	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
16	734	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
16	735	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
16	736	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
16	C933	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
16	B683	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
17	737	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
17	738	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
17	739	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
17	740	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
17	741	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
18	742	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
18	743	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
18	744	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
18	B731	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
18	745	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
18	746	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
18	747	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
18	748	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
18	749	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
18	750	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
18	751	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
18	752	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
18	753	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
18	754	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
18	755	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
18	756	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
18	757	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
18	758	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
18	B732	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
19	759	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
19	760	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
19	761	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
19	762	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
19	763	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
19	764	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
19	765	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
19	766	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
19	767	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
19	768	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
19	769	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
19	770	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
19	771	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
19	481	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
20	772	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
20	773	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
20	774	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
20	775	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
20	776	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
20	777	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
20	778	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
20	779	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
20	780	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
20	781	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
20	782	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
20	783	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
20	784	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
20	785	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
20	786	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
21	787	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
21	788	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
21	789	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
21	790	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
21	791	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
21	792	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
21	793	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
21	794	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
21	795	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
21	796	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
21	797	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
21	798	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
21	799	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
21	800	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
21	801	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
22	802	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
22	803	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
22	804	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
22	805	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
23	806	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	807	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	808	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	809	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	810	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	811	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	812	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	813	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	814	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	815	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
23	816	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	817	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	818	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	819	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	820	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	821	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	822	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	823	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	824	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	825	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	826	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
23	827	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
23	828	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
23	829	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
23	830	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	831	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	832	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	833	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	834	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	835	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
23	450	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
24	836	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	837	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
24	838	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	839	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	840	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	841	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	842	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	843	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	844	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	845	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	846	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	847	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	848	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	849	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	850	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	851	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	852	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
24	864	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
25	853	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
25	854	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
25	855	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
25	856	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
25	857	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
25	858	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
25	859	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
25	860	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
25	861	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
25	862	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
25	863	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
25	865	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
25	866	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
25	867	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
25	868	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
25	869	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
25	870	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	871	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	872	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
26	874	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	875	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	876	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	877	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	878	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	879	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	880	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	881	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
26	882	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	883	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	884	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	885	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	886	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	887	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	888	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	889	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	890	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	891	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
26	451	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	892	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	893	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	894	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	895	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	896	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	897	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	898	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	899	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	900	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	901	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	902	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	903	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	904	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
27	905	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	906	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	907	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
27	908	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	909	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
27	910	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
28	911	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
28	912	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
28	913	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
28	914	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
28	915	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
28	916	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
28	917	โกงกางใบเล็ก	Rhizophora apiculata Blume	Rhizophoraceae
28	918	โกงกางใบเล็ก	Rhizophora apiculata Blume	Rhizophoraceae
28	919	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
28	920	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
28	921	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
28	922	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
28	923	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
28	924	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
28	925	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
28	926	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
28	927	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
28	928	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
28	929	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	1	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	2	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	3	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	4	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	5	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	6	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	7	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	8	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	9	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	10	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	11	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	12	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	13	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
29	14	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	15	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	16	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	17	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
29	18	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	454	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
29	455	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	19	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	20	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	21	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	22	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
30	23	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	24	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	25	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	26	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	27	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	28	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	29	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	30	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	31	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	32	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	33	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
30	34	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	35	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	36	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	59	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
30	452	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
30	453	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	37	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	38	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	39	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	40	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	41	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	42	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	43	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
31	44	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	45	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	46	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	47	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	48	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	49	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	50	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	51	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	52	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	53	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
31	54	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	55	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	56	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	57	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	58	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
31	60	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
31	61	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	62	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
31	C710	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	63	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	64	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	65	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	66	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	67	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	68	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	69	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	70	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	71	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	72	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	73	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	74	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	75	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	76	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	77	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	78	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
32	79	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	80	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	81	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	82	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	83	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	84	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	85	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
32	86	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	87	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	88	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	89	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	90	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	91	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
32	458	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	92	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	93	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	94	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	95	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	96	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	97	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	98	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	99	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	100	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	101	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	102	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	103	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	104	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
33	105	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangula* (Lour.) Pior.	Rhizophoraceae
33	106	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	107	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
33	108	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
33	109	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	110	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	111	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	112	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
33	113	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
33	114	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	115	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
33	116	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
33	117	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	C711	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	118	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	119	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	457	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	501	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
34	120	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
34	121	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
34	122	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
34	123	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangul*a (Lour.) Pior.	Rhizophoraceae
34	124	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
34	125	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
34	126	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
34	127	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
34	128	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangula* (Lour.) Pior.	Rhizophoraceae
34	129	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangula* (Lour.) Pior.	Rhizophoraceae
34	130	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
34	131	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
34	132	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
34	133	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
34	134	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
34	135	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
34	136	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
35	137	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangula* (Lour.) Pior.	Rhizophoraceae
35	138	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
35	139	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
35	140	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangula* (Lour.) Pior.	Rhizophoraceae
35	141	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
35	142	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
35	143	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
35	144	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
35	145	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
35	146	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
35	147	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
35	148	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
35	149	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
35	150	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
35	151	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
35	152	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
35	153	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
35	154	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
35	456	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	155	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	156	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	157	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	158	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	159	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	160	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	161	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	162	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	163	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	164	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	165	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	166	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	167	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	168	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
36	169	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	170	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	171	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	172	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
36	173	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	174	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	175	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	176	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
37	177	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	178	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
37	179	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	180	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	181	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	182	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	183	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	184	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	185	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	186	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	187	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	188	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
37	189	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
37	190	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	191	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	192	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	193	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	194	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
37	195	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
37	196	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	202	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	C713	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	C714	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
37	C715	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
38	197	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
38	198	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
38	199	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
38	200	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
38	201	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
38	203	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
38	204	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
38	205	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
38	206	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
38	207	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
38	208	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
38	209	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
38	210	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
38	211	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
38	212	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
38	213	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
38	214	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
38	215	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
38	C712	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
39	216	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
39	217	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
39	218	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
39	219	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
39	220	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
39	221	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
39	222	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
39	223	แสมขาว	*Avicennia alba* Blum	Acanthaceae
39	224	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
39	225	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
39	226	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
39	227	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
39	228	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
39	229	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
39	230	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
39	231	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
39	232	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangula* (Lour.) Pior.	Rhizophoraceae
39	233	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
39	234	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
39	235	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
39	236	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
39	237	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
39	238	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
39	239	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
39	341	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
39	459	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	240	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
40	241	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
40	242	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
40	243	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
40	244	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
40	245	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	246	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
40	247	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
40	248	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
40	249	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
40	250	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	251	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
40	252	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	253	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	254	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	255	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	256	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
40	257	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	258	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	259	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
40	260	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	261	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
40	262	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	263	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
40	264	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
40	265	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	266	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	B686	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
40	B687	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
40	B688	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	B689	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	B690	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	B691	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
40	B692	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	460	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	267	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	269	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	J298	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
41	270	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	271	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
41	272	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	273	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
41	274	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	275	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	276	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	277	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	278	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	279	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
41	280	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	281	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	282	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	283	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	284	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	285	โปรงแดง	Ceriops tagal C.B. Rob.	Rhizophoraceae
41	286	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	287	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	288	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	289	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
41	290	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	291	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	292	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	293	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	294	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	295	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	296	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	297	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	298	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	299	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	300	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	301	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	302	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	303	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	399	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
41	304	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
41	305	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	C716	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	C717	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	C934	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	C937	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
41	B693	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	B695	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
41	B696	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
41	B697	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	B698	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
42	306	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	307	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
42	308	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	309	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	310	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	311	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	312	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	313	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
42	314	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	315	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
42	316	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	317	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	318	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	319	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
42	320	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
42	321	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
42	322	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	323	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
42	324	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	325	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	326	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	327	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	328	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	329	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
42	330	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	331	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	332	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	333	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	334	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	335	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	336	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	337	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	338	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	339	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	340	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
42	342	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	343	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	344	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
43	345	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	346	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	347	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	348	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	349	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	350	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
43	351	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	352	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	353	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	354	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	355	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
43	356	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	357	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
43	358	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
43	359	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
43	360	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
43	361	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	362	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
43	363	พังกาหัวสุมดอกแดง	Bruguiera gymnorrhiza (L.) Lamk	Rhizophoraceae
43	364	พังกาหัวสุมดอกแดง	Bruguiera gymnorrhiza (L.) Lamk	Rhizophoraceae
43	365	หงอนไก่ทะเล	*Heritiera littoralis* Dryand	Sterculiaceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
43	366	หงอนไก่ทะเล	*Heritiera littoralis* Dryand	Sterculiaceae
43	367	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	368	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	369	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
43	370	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	371	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	372	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
43	373	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
43	374	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
43	375	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
43	376	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
43	377	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	378	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	379	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
43	461	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
43	C935	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	380	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
44	381	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	382	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	383	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
44	384	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
44	385	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
44	386	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
44	387	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
44	388	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
44	389	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
44	390	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
44	391	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
44	392	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
44	393	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
44	394	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
44	395	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
44	396	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	397	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	398	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
44	400	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
44	401	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
44	402	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	403	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	404	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	405	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	406	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
44	407	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	408	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
44	409	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	410	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	411	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	412	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	413	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	C718	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
44	C719	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
45	1	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
45	2	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
45	3	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
45	4	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
45	5	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	6	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	7	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	8	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	9	ลำพู	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	Sonneratiaceae
45	10	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	11	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	12	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	13	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	14	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	15	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	16	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	17	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	18	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	19	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
45	20	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	21	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	22	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	B668	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
46	23	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
46	24	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
46	25	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
46	26	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
46	27	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
46	28	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
46	29	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
46	30	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
46	31	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
46	32	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
46	33	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
46	34	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
47	35	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
47	36	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
47	37	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
47	38	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
47	39	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
47	40	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
47	41	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
47	42	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
47	B 679	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
48	43	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
48	44	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
48	45	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
48	46	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
48	C936	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
48	B680	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
48	B682	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
49	47	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
49	48	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
49	49	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
49	50	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
49	51	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
49	52	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
49	53	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
49	54	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
49	55	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
49	56	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
49	57	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
49	I232	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
49	I233	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
49	I234	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir..	Rhizophoraceae
50	58	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
50	59	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	60	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	61	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	62	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	63	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	64	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
50	65	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	66	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	67	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	68	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	69	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	70	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	71	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	72	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	73	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	74	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	75	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	76	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	77	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	78	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	79	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	80	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
50	81	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
51	82	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
51	83	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
51	84	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
51	85	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
51	86	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
51	87	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
51	88	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
51	89	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
51	90	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
51	91	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
51	92	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
51	93	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
51	94	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
51	95	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
51	96	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
51	97	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
51	98	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
51	99	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
51	100	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
51	101	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
51	102	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
51	103	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
51	104	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	105	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	106	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	107	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	108	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	109	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	110	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	111	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	112	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	113	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	114	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	115	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	116	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
52	117	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	118	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	119	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	120	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	121	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	122	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	123	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
52	124	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
53	125	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	126	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	127	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	128	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	130	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	129	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	131	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	132	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	133	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	134	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	135	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	136	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	137	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	138	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	139	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	140	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	141	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	142	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	143	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	144	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	145	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	146	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	147	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	148	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
53	149	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
53	150	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	B685	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
54	234	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
54	151	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	152	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	153	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	154	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	155	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	156	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	157	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	158	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	159	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
54	160	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
54	161	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	162	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	163	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	164	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	165	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	166	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	167	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	168	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
54	169	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	170	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
54	171	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
54	172	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	173	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	174	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
54	175	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	176	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	177	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	178	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
54	179	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
54	180	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
54	181	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	182	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	183	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	184	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
54	185	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangula* (Lour.) Pior.	Rhizophoraceae
54	186	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	187	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	188	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	189	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	190	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
55	191	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
55	192	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	193	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	194	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	195	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	196	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	197	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	198	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	199	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	200	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	201	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	202	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	203	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	204	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	205	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	206	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	207	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
55	208	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	209	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	210	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
55	211	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	212	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	213	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	214	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	215	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	216	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	217	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	218	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	219	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
55	220	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	221	พังกาหัวสุมดอกแดง	Bruguiera gymnorrhiza (L.) Lamk	Rhizophoraceae
55	222	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	223	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	224	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	225	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	226	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	227	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	228	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	229	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	230	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	231	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	233	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	234	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	235	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
55	236	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	237	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	J299	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
55	J300	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
55	J376	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	J377	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	J133	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
55	J134	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	B694	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	J135	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	J136	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	J137	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	J138	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
56	J139	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
56	J140	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	J141	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
56	J142	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
56	J143	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	J144	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
56	J145	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
56	J146	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	J147	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	J148	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	J149	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	J150	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	J151	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
56	J152	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
56	J153	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
56	J154	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	J155	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	J156	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
56	B708	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
57	J157	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J158	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J159	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	J160	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	J161	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	J162	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	J163	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	J164	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J165	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J166	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J167	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J168	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J169	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J171	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	J172	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
57	J173	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J174	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J175	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	J176	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	J177	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	J178	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	J179	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J180	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
57	J181	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J182	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J183	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
57	J184	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
57	J185	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J186	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J187	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J188	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J189	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J190	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J191	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J192	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J193	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J194	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	J195	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	J196	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	J197	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	J198	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	J199	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	C938	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
57	C948	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	B706	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
57	B707	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J200	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J201	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J202	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J203	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J204	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J205	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J206	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J207	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J208	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J209	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J210	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J211	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
58	J212	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J213	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J214	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J215	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J216	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J217	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J218	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J219	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J220	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J221	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J222	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J223	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J224	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J225	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J226	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J227	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J228	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J229	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J230	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J231	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J232	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J233	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J234	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J235	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
58	J236	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J237	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J238	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	J239	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
58	J240	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	J241	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
59	J242	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
59	J243	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
59	J244	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
59	J245	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
59	J246	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
59	J247	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	J248	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	J249	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
59	J250	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
59	J251	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	J252	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	J253	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
59	J254	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	J255	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	J256	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	J257	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	J258	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	J259	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
59	J260	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
59	J261	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
59	J262	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	J263	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
59	J264	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	J265	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
59	J266	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	J267	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J268	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J269	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	J270	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	J271	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	J272	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J273	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J274	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J275	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
60	J276	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J277	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J278	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J279	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
60	J280	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J281	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

แปลงย่อย	หมายเลขต้นไม้	ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
60	J282	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	J283	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	J284	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	J285	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J286	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
60	J287	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	J288	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	J289	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	J290	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J291	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J292	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J293	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J294	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
60	J295	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	J296	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae
60	J297	ฝาดแดง	*Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt	Combretaceae
60	J300	โปรงแดง	Ceriops tagal C.B. Rob.	Rhizophoraceae
60	J378	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	J379	โปรงแดง	Ceriops tagal C.B. Rob.	Rhizophoraceae
60	C939	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	B699	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
60	B700	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	B701	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	B702	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	B703	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koeing	Meliaceae
60	B704	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk	Rhizophoraceae

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์เนื้อดินโดยวิธีไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer method)

<u>อุปกรณ์และเครื่องมือ</u>

1. Sedimental cylinder
2. Dispersing apparatus
3. Hydrometer
4. Thermometer
5. Plunger
6. Beaker 125 มิลลิลิตร
7. Wash bottle
8. นาฬิกาจับเวลา

<u>สารเคมี</u>

1. สารละลาย Calgon 5% เตรียมโดย ละลาย Sodium hexameta phosphate 50 กรัม และ Sodium carbonate 8.3 กรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร
2. Amyl alchohol

<u>วิธีการ</u>

ชั่งดิน (ที่ผ่านการร่อนผ่านตะแกรงขนาดตา 2 มิลลิเมตร) หนัก 50 กรัม ใส่ Beaker 125 มิลลิเมตร แล้วเติมสารละลาย Calgon 5% 100 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้ค้างคืน ถ่านสารละลายดินลงไปใน Dispersion cup ใช้ขวดฉีดน้ำล้างเอาดินที่ติดใน Beaker ออกให้หมด แล้วปั่น 3 นาที ถ่ายสารละลายดินที่ปั่นแล้วลงใน Sedimentation cylinder ล้างดินที่ติดอยู่ใน cup ออกให้หมดด้วยขวดฉีดน้ำ เติมน้ำกลั่นลงไปจนถึงขีดล่างของ Cylinder (1130 มิลลิลิตร) โดยในขณะนี้มี Hydrometer ลอยอยู่ด้วย เอา Hydrometer ออกแล้วใช้ Plunger กวนให้ได้สารแขวนลอยดินที่สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง ใช้เวลากวนประมาณ 1 นาที (ในขณะนี้ถ้ามีฟองเกิดขึ้นมากให้กำจัดฟองโดยหยด Amyl alcohol 2-3 หยด จนหมดฟอง) จากนั้นค่อยๆ หย่อน Hydrometer ลงไป อ่านค่าบนก้าน Hydrometer เมื่อครบ 40 วินาที สมมุติให้อ่านได้เท่ากับ Rt 40s หน่วยเป็น กรัม/ลิตร ในขณะนั้นให้วัดอุณหภูมิของสารละลายดินด้วย สมมุติให้อ่านได้ T 40s °C ทำ Blank คือส่วนของสารละลาย Calgon 5% ดำเนินวิธีการคล้ายข้างจนทั้งหมด (แต่ไม่มีตัวอย่างดิน) ดังนั้นจะได้ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer อีก 1 ค่า สมมุติให้อ่านได้เท่ากับ Cr 40s กรัม/ลิตร อ่านอุณหภูมิได้ r 40s °C ปล่อยทิ้งไว้และวัดค่าสารละลายดินอีกครั้งเมื่อเวลาผ่านไปจนครบ 2 ชั่วโมง ค่า Hydrometer ที่วัดได้ในครั้งนี้ สมมุติให้อ่านได้ Rt 2h กรัม/ลิตร วัดอุณหภูมิเท่ากับ T 2h °C ให้อ่านค่า Hydrometer ใน

Blank ที่ 2 ชั่วโมงด้วย สมมุติให้อ่านได้ Cr 2h กรัม/ลิตร อ่านอุณหภูมิได้ r 2h °C แล้วจึงนำค่าต่างๆ ที่วัดได้ไปคำนวน

วิธีการคำนวณ

สมมุติให้ Rs 40s = กลุ่มอนุภาคดินตะกอน + กลุ่มอนุภาคดินเหนียว กรัม/ลิตร

จะได้ Rs 40s = [Rt 40s + 0.36(t 40s–20)] + [Cr 40s + 0.5(r 40s–20)]---------- (1)

สมมุติให้ Rs 2h = กลุ่มอนุภาคดินเหนียว กรัม/ลิตร

จะได้ Rs 2h = [Rt 2h + 0.36(t 2h-20)] – [Cr 2h+0.5(r 2h-20)] ---------- (2)

กลุ่มอนุภาคดินตะกอน = (1) – (2) กรัม/ลิตร ---------- (3)

กลุ่มอนุภาคดินทราย = 50 – (1) กรัม/ลิตร ----------(4)

เนื่องจากสารละลายดิน 1130 มิลลิลิตร ได้จากดิน 50 กรัม

ดังนั้น % ของดินเหนียว = 2 x (2)

% ของดินร่วน = 2 x (3)

% ของดินทราย = 2 x (4)

นำเปอร์เซ็นต์ที่ได้อ่านชื่อลักษณะเนื้อดินจากแผนภาพสามเหลี่ยมจำแนกชนิดดิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ปริมาณ Organic Carbon ของดิน โดยวิธี Walkey Black

<u>อุปกรณ์</u>

1. Erlenmeyer flask 250 มิลลิลิตร
2. Pipette
3. Analytical Balance
4. Buret
5. Cylinder 100 มิลลิลิตร

<u>สารเคมี</u>

1. Standard 1.0 N $K_2Cr_2O_7$ solution
2. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4)
3. สารละลาย Ferrous Ammonium Sulfate Solution 0.5 N
4. O-phosphoric acid
5. Diphenylamine indicator
6. NaF (ในรูปของแข็ง)

<u>วิธีเตรียม</u>

1. Standard 1.0 N $K_2Cr_2O_7$ solution: ละลาย $K_2Cr_2O_7$ อบที่ 105 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง 49.04 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วทำสารละลายให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
2. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4): ใช้ H_2SO_4 ที่มีความเข้มข้นไม่ต่ำกว่า 96% (ถ้าดินมีความเข้มข้น Cl^- สูง เช่น ดินเค็มให้เติม Ag_2SO_4 ในอัตรา 15 กรัม/ลิตร ในสารละลายกรด H_2SO_4 ด้วย (เพื่อป้องกันการ interfere จาก Cl^-)
3. Diphenylamine indicator: ชั่ง Diphenylamine 0.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร แล้วเติม H_2SO_4 เข้มข้น 100 มิลลิลิตร
4. Ferrous Ammonium Sulfate Solution (FAS) 0.5 N: $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$.$6H_2O$ 196.1 กรัม ในน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร ที่มีกรด H_2SO_4 เข้มข้นออยู่ 20 มิลลิลิตร แล้วทำให้เป็นสารละลาย 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล
5. O-phosphoric acid: ความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 85%
6. NaF (ในรูปของแข็ง)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

1. ชั่งดิน 1 กรัม (ปริมาณตัวอย่างอาจลดลงได้ตามความเหมาะสม ถ้าดินนั้นมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง) ใส่ใน Erlenmeyer flask 250 มิลลิลิตร เติม Standard 1.0 N $K_2Cr_2O_7$

solution 10 มิลลิเมตร โดย H_2SO_4 เข้มข้น 20 มิลลิลิตร โดยพยายามให้กรดไหลลงข้าง ๆ flask ให้ชะล้างตัวอย่างลงไปอยู่ใน flask ให้หมด เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดดินเกาะติดอยู่ตามข้าง flask ให้เข้ากันดีเป็นเวลาประมาณ 1 นาที ตั้งทิ้งไว้จนสารละลายเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง

2. เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติม O-phosphoric acid 10 มิลลิลิตร และ NaF 0.2 กรัม เขย่าให้เข้ากัน แล้วเติม indicator ประมาณ 3-4 หยด เขย่าอีกครั้งจนผสมกันดี สีของสารละลายจะเป็นสีม่วงปนน้ำเงิน (ถ้าเป็นสีเขียวแสดงว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุมากเกินไป ต้องทำใหม่โดยชั่งตัวอย่างให้น้อยลง)
3. ไตเตรทด้วย FAS 0.5 N solution ที่จุด end point สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากม่วงแกมน้ำเงิน เป็นสีเขียวแกมน้ำเงิน
4. ทำ Blank เทียบทุกครั้ง

<u>วิธีการคำนวณ</u>

$$\%\text{Organic carbon (O.C)} = 10 \times \frac{(B-S)}{B} \times \frac{0.6716}{g \text{ soil}} \times N$$

B = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรท Blank

S = ปริมาณ FAS ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่างดิน

g = น้ำหนักดินที่ใช้

N = ความเข้มข้นของ $K_2Cr_2O_7$ (ในกรณีที่ความเข้มข้นไม่ใช่ 1.0 N)

<u>คำแนะนำ</u>

1. เนื่องจากการเตรียม Standard 1.0 N $K_2Cr_2O_7$ มักเตรียมคราวละมาก ๆ ดังนั้น normality ของ standard จะไม่เท่ากับ 1.0 N จริง ในกรณีเช่นนี้ควรเตรียม Standard 1.0 N $K_2Cr_2O_7$ ที่แน่นอน 100 มิลลิลิตร เพื่อนำไปหา normality ที่แท้จริงของ $K_2Cr_2O_7$ solution ที่เตรียมไว้มาก ๆ
2. การชั่งตัวอย่างดิน ถ้าดินนั้นมีสีดำ ควรชั่งปริมาณน้อยลง แต่ถ้าเป็นดินทรายควรชั่งปริมาณเพิ่มขึ้น และน้ำหนักดินที่ชั่งต้องแน่นอน
3. ปริมาณ $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้จะต้องเป็นค่าที่แน่นอน เนื่องจาก $K_2Cr_2O_7$ ในกรดเป็น strength oxidizing agent ทำหน้าที่ oxidizable ให้เป็น CO2 แล้วไตเตรทด้วย $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 .6H_2O$ เพื่อหาปริมาณที่ใช้ไปในการทำปฏิกิริยาของ oxidizing agent
4. เติม O-phosphoric acid เพื่อเวลาไตเตรทจะเห็นสีที่ชัดขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวธัญลักษณ์ เจริญพรภักดี เกิดเมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม 2531 ที่จังหวัดยะลา ศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยได้รับทุนโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง) สาขาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เมื่อปี พ.ศ. 2553 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2554

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University