อัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด

นายบัญฑูรย์ เฉลิมฉัตรวิไล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DECOMPOSITION RATE OF FINE-ROOT LITTER IN A SECONDARY MANGROVE FOREST, TRAT PROVINCE

Mr. Buntoon Chalermchatwilai

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด
โดย	นายบัญชูรย์ เฉลิมฉัตรวิไล
สาขาวิชา	พฤกษศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.ศศิธร พ่วงปาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีดา บุญ-หลง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.ศศิธร พ่วงปาน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อัญชลี ใจดี)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสวียน เปรมประสิทธิ์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัญฑูรย์ เฉลิมฉัตรวิไล: อัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด (DECOMPOSITION RATE OF FINE-ROOT LITTER IN A SECONDARY MANGROVE FOREST, TRAT PROVINCE) อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ ดร.ศศิธร พ่วงปาน, อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์, 152 หน้า

ศึกษาการย่อยสลายของซากรากฝอย (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) ในป่าชายเลนรุ่นสอง บริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด ด้วยวิธี litter bag ใน 3 เขตพันธุ์พืช ได้แก่ เขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ในแปลงศึกษาถาวรขนาด 50x120 ตารางเมตรเป็นระยะเวลา 1 ปี จากการทดลองการย่อยสลายพบว่าปริมาณของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 3 เขตพันธุ์พืช มีปริมาณของซากรากฝอยเหลืออยู่เท่ากับ 0.496, 0.570 และ 0.507 กรัมจากน้ำหนักเริ่มต้น 1.00 กรัม ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายและช่วงเวลาศึกษา โดยใช้รูปแบบสมการถดถอยของการย่อยสลายแบบ Composite exponential ที่การย่อยสลายถูกแบ่งออกเป็นสองช่วงเวลา คือ ช่วงแรกตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองไปจนถึงประมาณ 4 สัปดาห์ มีอัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยค่อนข้างสูง เท่ากับ 0.2908, 0.3031 และ 0.2158 ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ตามลำดับ จากช่วงเวลาดังกล่าวไปจนสิ้นสุดการทดลองที่ 52 สัปดาห์ พบว่าอัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยช้าลงเท่ากับ 0.0049, 0.0046 และ 0.0064 ตามลำดับ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้อภิปรายอัตราการย่อยสลายของรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืชจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ อุณหภูมิดิน และระยะเวลาที่พื้นที่ศึกษาถูกน้ำท่วมที่แตกต่างกันไปในแต่ละเขตพันธุ์พืช ศึกษาอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายพบว่า สอดคล้องกับแนวโน้มของการย่อยสลายของซากรากฝอย ศึกษาปริมาณการสะสมของซากรากฝอยตามระดับความลึก (0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร) โดยวิธี Coring พบว่าความลึกของดินไม่มีผลต่อการสะสมซากรากฝอยในทั้ง 3 เขตพันธุ์พืช แต่อย่างไรก็ตามปริมาณของซากรากฝอยรวมตั้งแต่ 0-30 เซนติเมตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเขตพันธุ์พืช โดยในเขตไม้ตะบูนมีปริมาณของซากรากมากที่สุดเท่ากับ 89.97±14.27 ตันต่อเฮกแตร์ต่อความลึกดิน 30 เซนติเมตร รองลงมาคือ เขตไม้โกงกางและเขตไม้แสม-ลำพูเท่ากับ 21.07±2.65 และ 9.94±2.49 ตันต่อเฮกแตร์ต่อความลึกดิน 30 เซนติเมตรตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้กับป่าที่อื่นพบว่า การย่อยสลายของซากรากฝอยในป่าชายเลนมีการย่อยสลายต่ำกว่าในป่าบกที่อยู่ในเขตร้อนเหมือนกัน จึงสนับสนุนบทบาทสำคัญของระบบนิเวศป่าชายเลนที่จะเป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอนได้อย่างดี

ภาควิชา.....พฤกษศาสตร์...ลายมือชื่อนิสิต.....บัญฑูรย์ เฉลิมฉัตรวิไล.....

สาขาวิชา....พฤกษศาสตร์...ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา..2553.....ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

5072619823 : MAJOR BOTANY

KEYWORDS: FINE ROOT/ NECROMASS/ DECOMPOSITION/ MANGROVE FOREST.

BUNTOON CHALERMCHATWILAI: DECOMPOSITION RATE OF FINE-ROOT LITTER IN A SECONDARY MANGROVE FOREST, TRAT PROVINCE. THESIS ADVISOR: SASITORN POUNGPARN, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. PIPAT PATANAPONPAIBOON, Ph.D., 152 pp.

Decomposition of fine-root (≤ 2 mm in diameter) litter was studied by litter bag method in three vegetative zones (*Avicennia-Sonneratia*, *Rhizophora* and *Xylocarpus* zones) for one year in a permanent plot (50x120 m^2) at a secondary mangrove forest, Trat province. The remaining weight of fine-root litter at 5 and 20 cm soil depth were not significant difference in the three zones. The remaining weights at the end of experiment were 0.496, 0.570 and 0.507 g from initial weight of 1.00 g in *Avicennia-Sonneratia*, *Rhizophora* and *Xylocarpus* zones, respectively. A relationship between the remaining weight of fine-root decomposition and time was fit by using a composite exponential model. It was separated into 2 periods. The first period, from the beginning of the experiment to approximately four weeks, showed a rapid decrease of fine-root litter by time. The decomposition rates in the first period were calculated at 0.2908, 0.3031 and 0.2158 for *Avicennia-Sonneratia*, *Rhizophora* and *Xylocarpus* zones, respectively. The second period, after approximate four week until the end of experiment at fifty-second week, fine-root litter slowly decrease by time. The rates of the second period were calculated at 0.0049, 0.0046 and 0.0064 in *Avicennia-Sonneratia*, *Rhizophora* and *Xylocarpus* zones, respectively. The decomposition rate of fine-root among zones was discussed by the interaction of environmental factors such as topography, soil temperature and inundation time. The C/N ratios of the fine-root remaining weight were analyzed. They related with the zonal variation of fine-root decomposition. The distribution of fine-root necromass was studied by coring method. The vertical distribution of fine-root necromass along the 3 soil depths (0-10, 10-20 and 20-30 cm) was not significantly different in all three zones. But, the zonal distribution of fine-root necromass was significantly different among zones. The fine-root necromass was accumulated in *Xylocarpus* > *Rhizophora* > *Avicennia-Sonneratia* zones. The trend of fine root accumulation by zone was coincided with the trend of fine root decomposition. The decomposition rate of fine-root in the present study was lower than that of terrestrial forests in the tropical region. The low decomposition rate of fine-root litter in mangrove forest indicates the large amount of fine-root necromass accumulated in the forest soil, consequently supports potential of a carbon sink.

Department :.....Botany..... Student's Signature..Buntoon Chalermchatwilai.....

Field of Study:.....Botany.....Advisor's Signature.....Sasitorn Pa.....

Academic Year:...2010..... Co-Advisor's Signature.....Pipat Patanapp.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาของผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ศศิธร พ่วงปาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และอาจารย์ ดร.ชนิตา ปาลิยะวุฒิ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่าง ๆ ในการแก้ไขปัญหาอันเป็นประโยชน์ยิ่งตลอดการทำวิจัยนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา บุญ-หลง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.อัญชลี ใจดี และรองศาสตราจารย์ ดร.เสวียน เปรมประสิทธิ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาเพื่อเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และทุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่มอบเงินทุนสำหรับการทำวิจัยนี้

ขอขอบคุณ หัวหน้าธนิต แสงวิสุทธิ์ คุณชาตรี มากนวล ดร.ทนุวงศ์ แสงเทียนและเจ้าหน้าที่ของศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 1 (ตราด) กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนามในการทำวิจัยโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ หน่วยปฏิบัติการวิจัยพฤกษนิเวศวิทยา ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อำนวยความสะดวกเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม

ขอขอบพระคุณภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้

ขอขอบคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่ได้กรุณาสละเวลาให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนามและคำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่สนับสนุนในทุก ๆ ด้านตลอดจนความห่วงใยและเป็นกำลังใจให้เสมอมา จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่

1. บทนำ 1
    1.1 วัตถุประสงค์ 2
    1.2 สมมติฐาน 2
    1.3 ขอบเขตการศึกษา 2
2. การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
    2.1 ป่าชายเลน 3
    2.2 ลักษณะโครงสร้างป่าชายเลน 4
        2.2.1 ชนิดของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน 4
        2.2.2 การแบ่งเขตพันธุ์พืชในป่าชายเลน 7
    2.3 ระบบรากของพืชป่าชายเลน 11
        2.3.1 รากค้ำยัน 11
        2.3.2 รากหายใจ 12
        2.3.3 รากที่มีลักษณะคล้ายหัวเข่า 12
        2.3.4 รากพูพอน 13
    2.4 มวลชีวภาพของพืช 14
        2.4.1 มวลชีวภาพราก 16
        2.4.2 รากฝอย 18

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

2.5 การย่อยสลายของซากพืช 19
2.5.1 การย่อยสลายของซากพืช 19
2.5.2 การย่อยสลายของซากราก 20
3. วิธีดำเนินการศึกษา 22
3.1 ลักษณะพื้นที่ที่ทำการศึกษา 22
3.1.1 พื้นที่ศึกษา 22
3.1.2 ลักษณะภูมิอากาศ 23
3.2 การศึกษาโครงสร้างป่า 23
3.2.1 การเลือกพื้นที่ศึกษาโครงสร้างป่า 23
3.2.2 การวางแปลงตัวอย่างย่อยในแปลงศึกษาถาวร 23
3.2.3 การบันทึกข้อมูลโครงสร้างป่า 23
3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลโครงสร้างป่า 25
3.3 ศึกษาการกระจายของปริมาณซากรากตามระดับความลึก 26
3.4 ศึกษาการย่อยสลายของซากรากฝอยใน 3 เขตพันธุ์พืช 26
3.4.1 เก็บตัวอย่างรากฝอย 26
3.4.2 เตรียมตัวอย่างซากรากฝอยสำหรับการศึกษาการย่อยสลาย 27
3.4.3 ฝังแผ่นตาข่ายพลาสติกที่มีถุงตาข่ายไนลอนที่บรรจุรากฝอยในแปลงย่อยที่กำหนดไว้ 27
3.4.4 เก็บตัวอย่างรากที่เหลือจากการย่อยสลาย 27
3.4.5 วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร 28
3.5 ศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการย่อยสลายของรากฝอย 31
3.5.1 อุณหภูมิของดิน 31
3.5.2 ความลาดชันของพื้นที่ 31
3.5.3 ช่วงเวลาที่พื้นที่ศึกษาถูกน้ำท่วม 31
3.5.4 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน 31
3.5.5 ปริมาณน้ำฝน 32

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

3.6 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 32
3.6.1 การกระจายของปริมาณซากรากฝอยตามระดับความลึก 32
3.6.2 การย่อยสลายของซากรากฝอย 32
4. ผลการศึกษา 35
4.1 โครงสร้างป่า 35
4.2 การกระจายของปริมาณซากรากตามระดับความลึก 44
4.3 การย่อยสลายของซากรากฝอยใน 3 เขตพันธุ์พืช 47
4.4 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 48
4.5 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม 54
4.5.1 อุณหภูมิ 54
4.5.2 ความลาดชันของพื้นที่ 56
4.5.3 ระยะเวลาที่พื้นที่ศึกษาถูกน้ำท่วม 56
4.5.4 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน 56
4.5.5 ความเป็นกรด-ด่างและความเค็มของดิน 58
4.5.6 ปริมาณน้ำฝน 58
5. อภิปรายผลการทดลอง 62
5.1 โครงสร้างป่า 62
5.2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม 64
5.3 การกระจายของซากรากตามระดับความลึก 66
5.4 การย่อยสลายของซากรากฝอยในเขตพันธุ์พืชต่าง ๆ 68
5.5 ปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับปริมาณการสะสมของซากรากฝอย และการย่อยสลายของซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืช 77
6. สรุปผลการศึกษา 79
รายการอ้างอิง 81
ภาคผนวก 93
ภาคผนวก ก 94
ภาคผนวก ข 131
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 152

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 จำนวนชนิดของพืชป่าชายเลนในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนทั่วโลก……..…5
2.2 การศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและมวลชีวภาพใต้พื้นดินของป่าชายเลน ในส่วนต่างๆ ของโลก…… 17
4.1 ผลคำนวณค่าความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ความถี่สัมพัทธ์ (RF) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD) และค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ของพันธุ์ไม้ในแปลงศึกษาถาวรทุก ๆ ระยะ 10 เมตร จากบริเวณริมแม่น้ำ จนเข้าไปยังด้านในของป่า (0-120 เมตร) …….…….…… 40
4.2 ความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน……..……43
4.3 ปริมาณมวลชีวภาพรากฝอยและซากรากฝอยที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน โดยแบ่งขนาดของซากรากออกเป็น 2 ส่วนคือ รากฝอย (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) และรากขนาดใหญ่ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง มากกว่า 2 มิลลิเมตรขึ้นไป) …….. 46
4.4 สมการการย่อยสลายของซากรากฝอยและอัตราการย่อยสลายของซากรากฝอย (K) ในแต่ละเขตพันธุ์พืช…… 50
4.5 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ระดับความลึก 5 และ20 เซนติเมตรจากผิวดิน ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน……....51
4.6 ช่วงเวลาที่พื้นที่ศึกษาถูกน้ำท่วมในแต่ละเขตพันธุ์พืช……...59
4.7 คุณสมบัติดินและสัดส่วนของอนุภาคเนื้อดินและชนิดของดินในแต่ละเขตพันธุ์พืช….. 59
4.8 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2552…… 61
5.1 มวลชีวภาพรากและมวลซากรากที่สะสมในแต่ละเขตพันธุ์พืช…..…… 64
5.2 การย่อยสลายของรากฝอยในป่าชายเลน……....…73
5.3 การย่อยสลายของรากฝอยในป่าบก……....…74
5.4 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับปริมาณการสะสมของซากรากฝอย และการย่อยสลายของ ซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืช……....… 78

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ระบบรากพืชลักษณะต่าง ๆ ในป่าชายเลนแต่ละเขตพันธุ์พืช.....13
3.1 พื้นที่ศึกษาบริเวณป่าชายเลนรุ่นสองจังหวัดตราด..... 22
3.2 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของจังหวัดตราด ในรอบ 30 ปี พ.ศ. 2521-2552.....24
3.3 แปลงศึกษาถาวรขนาด 50x120 ตารางเมตร..... 25
3.4 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อศึกษาการกระจายของซากราก..... 28
3.5 ตัวอย่างรากจากบริเวณใกล้เคียงกับแปลงศึกษา แล้วนำมาคัดเลือกเฉพาะรากฝอย (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการย่อยสลายของซากรากฝอย..... 28
3.6 การล้างดินด้วยตะแกรงสแตนเลสตาถี่ขนาด 250 ไมโครเมตร เพื่อแยกรากที่มีชีวิตและตาย..... 29
3.7 รากฝอยของแสมขาว (*Avicennia alba*) โกงกาง (*Rhizophora* sp.) และตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum*) 29
3.8 ถุงตาข่ายไนลอนขนาดตาข่าย 1 มิลลิเมตร.....29
3.9 แผ่นตาข่ายพลาสติกที่มีถุงไนลอนบรรจุรากฝอยที่ระยะ 5 และ 20 เซนติเมตรจากปลายด้านบน.....30
3.10 การฝังแผ่นตาข่ายพลาสติกที่มีถุงตาข่ายไนลอนที่บรรจุซากรากฝอยในแปลงย่อยที่กำหนดไว้..... 30
3.11 เครื่อง CN Analyzer เพื่อวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในซากรากฝอย... 33
3.12 Temperature Data Logger แบบกันน้ำ เพื่อบันทึกอุณหภูมิอากาศ น้ำ และดินทั้ง 3 เขตพันธุ์พืช..... 33
3.13 เครื่องมือ Instrument Siteline Builders Level เพื่อใช้วัดความลาดชันของพื้นที่ศึกษา..... 33
3.14 แผนภูมิสามเหลี่ยมจำแนกชนิดของดิน..... 34
4.1 แผนที่ต้นไม้ (tree map) และแสดงตำแหน่งของต้นไม้แต่ละต้นในแปลงศึกษาถาวรขนาด 50x120 ตารางเมตร ในป่าชายเลนรุ่นสอง บริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด.....37
4.2 การแบ่งเขตพันธุ์พืชในแปลงศึกษาถาวรขนาด 50x120 ตารางเมตร ในป่าชายเลนรุ่นสองบริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด..... 39

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.3 การกระจายของซากรากฝอยตามระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน……..…45
4.4 สัตว์หน้าดินพวก Polychaete บริเวณแปลงศึกษาถาวรในพื้นที่ป่าชายเลนรุ่นสอง….. 45
4.5 การย่อยสลายของซากรากฝอยที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตร ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน…….. 49
4.6 การย่อยสลายของซากรากฝอยในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน แต่ละช่วงเวลาในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด…….. 50
4.7 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายทั้งสาม เขตพันธุ์พืชในป่าชายเลน ในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นการทดลองจนสิ้นสุดการทดลอง ที่ 52 สัปดาห์……..……54
4.8 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของดินในเขตไม้แสม-ลำพู (*Avicennia-Sonneratia* zone) เขตไม้โกงกาง (*Rhizophora* zone) และเขตไม้ตะบูน (*Xylocarpus zone*) อุณหภูมิอากาศและน้ำ ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ.2551 ถึงวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2552…55
4.9 ความสูงของพื้นที่เมื่อเปรียบเทียบจากจุดอ้างอิง แสดงโดยเส้น contour เพื่อบอกความลาดชันในแต่ละเขตพันธุ์พืชของแปลงศึกษาถาวรขนาด 50x120 ตารางเมตร…57
4.10 ค่าความเค็มของดินในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน (ค่าเฉลี่ย±S.D.)……..60
4.11 ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน (ค่าเฉลี่ย±S.D.)……..……... 60
4.12 ความลึกของน้ำใต้ดินวัดจากผิวดินบริเวณเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน (ค่าเฉลี่ย±S.D.)……..……..61
5.1 เปรียบเทียบปริมาณซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืชตั้งแต่ระดับความลึกของดิน 0 ถึง 60 เซนติเมตร ในการศึกษาครั้งนี้ (เขตไม้แสม-ลำพู, เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน) การศึกษาในบริเวณป่าชายเลนที่ประเทศเคนย่า……..…67
5.2 โครงสร้างภายในของรากแสมทะเล และพังกาหัวสุมดอกแดง โดยบริเวณทึบแสงเป็นบริเวณที่มีการสะสมของสารประกอบฟีโนลิก และบริเวณสีขาวเป็นบริเวณที่ไม่มีการสะสมของสารประกอบฟีโนลิก ……..……..……..……..68

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

5.3 อัตราการย่อยสลายของรากฝอยในป่าชายเลนในการศึกษาครั้งนี้กับป่าชายเลนที่รัฐวิคตอเรีย ประเทศออสเตรเลีย และรัฐฟลอริด้า ประเทศสหรัฐอเมริกา.....72

5.4 อัตราการย่อยสลายของรากฝอยในป่าชายเลนในการศึกษาครั้งนี้กับป่าบกที่บริเวณทุ่งหญ้าเขตอบอุ่นทางตอนกลางของประเทศอาเจนตินา่ ป่าสนบริเวณตอนกลางของประเทศสวีเดน Luquillo Experimental Forest ประเทศเปอโตริโก สถานีวิจัยสะแกราช ประเทศไทย และป่า dry tropical bamboo savanna ประเทศอินเดีย.....72

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนผิวโลก (global warming) ได้รับความสนใจอย่างมากในยุคปัจจุบัน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น ที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ในปัจจุบันประเทศต่าง ๆ ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวและได้พยายามหาแนวทางแก้ไข ซึ่งแนวทางในการแก้ไขปัญหาสภาวะโลกร้อนที่สำคัญแบ่งออกเป็น 2 แนวทางได้แก่ การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการเพิ่มศักยภาพในการดูดซับก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญได้จากการเพิ่มพื้นที่ป่า เนื่องจากต้นไม้สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งผลผลิตที่ได้จะสะสมไว้ในรูปของมวลชีวภาพ (biomass) ดังนั้นป่าจึงเป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอน (carbon sink) ที่สำคัญโดยเฉพาะป่าชายเลนซึ่งเป็นระบบนิเวศที่มีผลผลิตมวลชีวภาพสูง

ป่าชายเลนเป็นป่าที่มีลักษณะเฉพาะตัวที่ต่างจากป่าบก โดยมีลักษณะการขึ้นอยู่เป็นแนวเขตของพันธุ์พืช (zonation) เริ่มตั้งแต่บริเวณชายฝั่งน้ำจนลึกเข้าไปยังด้านในของป่า อีกทั้งมีสภาพพื้นที่เป็นดินเลนนุ่ม ต้นไม้ในป่าชายเลนจึงปรับสมดุลของรูปทรงเป็นแบบ bottom-heavy ที่มีผลผลิตทางนิเวศวิทยาในรูปของมวลชีวภาพรากเป็นปริมาณมาก ซึ่งเมื่อเทียบเป็นสัดส่วนระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและมวลชีวภาพรากจะมีค่าประมาณ 1.1 - 3.0 ในขณะที่สัดส่วนดังกล่าวของป่าบกมีค่าสูงกว่า มวลชีวภาพในป่าชายเลนส่วนใหญ่จึงสะสมอยู่ที่ราก โดยเฉพาะรากฝอยที่มีมวลชีวภาพเป็นสัดส่วนประมาณ 46.4 - 72.3% ของปริมาณรากทั้งหมด และมวลชีวภาพที่ถูกสร้างขึ้นนี้จะถูกเคลื่อนย้ายสู่ดินในรูปของซากพืช (litter) เพื่อเข้าสู่กระบวนการย่อยสลายต่อไป

การย่อยสลายซากพืชเป็นกลไกหลักที่สำคัญในการหมุนเวียนธาตุอาหาร ธาตุอาหารที่อยู่ในซากพืชจะถูกปลดปล่อยลงสู่พื้นป่า โดยกระบวนการทำงานของจุลินทรีย์ในดินภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมเพื่อหมุนเวียนแร่ธาตุกลับคืนสู่ดิน ซึ่งการย่อยสลายซากพืชในป่าชายเลนอาจจะเกิดขึ้นช้ากว่าในป่าบก เนื่องจากสภาพแวดล้อมบริเวณป่าชายเลนที่ลักษณะของพื้นที่ส่วนใหญ่จะถูกน้ำท่วมขังจากการขึ้นลงของน้ำ ทำให้การถ่ายเทอากาศในดินต่ำและอยู่ในสภาวะขาดออกซิเจน (anaerobic condition) กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นจึงอาจจะช้ากว่าในป่าบก

ประเด็นสำคัญประการหนึ่งของกระบวนการย่อยสลายของซากพืช ซึ่งจะเป็นตัวชี้วัดความสามารถในการเก็บกักคาร์บอนในระบบนิเวศกล่าวคือ ถ้าอัตราการย่อยสลายต่ำจะมีการสะสมคาร์บอนในรูปของซากพืชปริมาณมาก ในกรณีของป่าชายเลนที่พบว่ามีปริมาณมวลชีวภาพของรากฝอยมากและรากฝอยนี้มีช่วงอายุที่ค่อนข้างสั้นเมื่อเทียบกับรากขนาดอื่น ๆ จึงมีแนวโน้มที่จะเกิดการสะสมของซากรากฝอยปริมาณมาก จากการตรวจสอบเอกสารพบว่าอัตราการย่อยสลายซากรากพืชโดยทั่วไปมักขึ้นกับขนาดของราก โดยรากขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 มิลลิเมตร) จะย่อยสลายได้ช้ากว่ารากฝอย (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) จึงเป็นที่น่าสนใจว่าถ้ากระบวนการย่อยสลายซากรากพืชในป่าชายเลนเกิดขึ้นช้าเช่นเดียวกับการย่อยสลายซากพืชส่วนเหนือพื้นดิน จะมีผลทำให้มีการสะสมคาร์บอนใต้พื้นดินในระบบนิเวศป่าชายเลนเป็นจำนวนมาก อันจะเป็นข้อมูลทางวิชาการที่สามารถสนับสนุนประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอนของป่าชายเลนได้เป็นอย่างดี

1.1 วัตถุประสงค์

ศึกษาอัตราการย่อยสลายของซากรากฝอย (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) ใน 3 เขตพันธุ์พืชของป่าชายเลนรุ่นสอง

1.2 สมมติฐาน

อัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยจะมีความแตกต่างกันในแต่ละเขตพันธุ์พืช

1.3 ขอบเขตการศึกษา

พื้นที่ที่ทำการศึกษาคือ ป่าชายเลนรุ่นสองบริเวณปากแม่น้ำตราด อยู่ในเขตศูนย์การเรียนรู้และพัฒนาป่าชายเลนที่ 1 กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ตำบลวังกระแจะ อำเภอเมือง จังหวัดตราด โดยทำการศึกษาการย่อยสลายของซากรากฝอย (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) ใน 3 เขตพันธุ์พืช

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ป่าชายเลน

ป่าชายเลน (mangrove forest) เป็นกลุ่มของสังคมพืชที่ขึ้นอยู่ตามฝั่งทะเลที่เป็นดินเลน พบมากตามปากแม่น้ำลำคลองใหญ่ที่ไหลออกสู่ทะเล ร่องน้ำริมทะเล ชายฝั่งทะเล ทะเลสาบ อ่าว และเกาะ ตลอดจนพบได้ตามฝั่งแม่น้ำลำคลองที่มีน้ำเค็มจนถึงน้ำกร่อยท่วมถึงในเขตร้อน (tropics) และกึ่งร้อน (subtropics) ทั่วโลก (Dawes, 1981; Spalding และคณะ, 1997)

ป่าชายเลนเป็นป่าที่ให้ผลผลิตสูงไม่ว่าจะเป็นทางด้านป่าไม้หรือทางด้านประมง กล่าวคือ ในด้านป่าไม้เช่น การนำไม้โกงกางมาเผาถ่าน ทำเสาเข็มสร้างบ้าน ใช้ในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการกลั่นไม้ ซึ่งจะได้ผลผลิตประกอบด้วย เมททิลแอลกอฮอล์ กรดน้ำส้ม และน้ำมันดิบ นอกจากนี้เปลือกไม้ยังพบแทนนินซึ่งสามารถนำไปใช้ทำหมึก ทำสี ทำกาว ย้อมอวน และใช้ในการฟอกหนัง เป็นต้น ในด้านประมง ป่าชายเลนถือเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับสัตว์น้ำนานาชนิด อีกทั้งยังมีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เช่น กุ้ง หอย ปู และปลา เพราะใช้เป็นที่อยู่อาศัยในระยะพักตัว จึงนับได้ว่าป่าชายเลนมีส่วนช่วยให้เพิ่มผลผลิตในการเพาะเลี้ยงชายฝั่งด้วย

นอกจากนี้ป่าชายเลนยังมีบทบาทในการดักตะกอน (Ellison, 1999; Alongi และคณะ, 2005) และป้องกันการพังทลายของชายฝั่งและแผ่นดินอันเนื่องมาจากการขึ้นลงของน้ำที่ทำให้เกิดการกัดเซาะ (Mazda และคณะ, 2005) และมรสุม เป็นต้น

ป่าชายเลนสามารถจำแนกออกได้ 4 ชนิด โดยใช้ลักษณะพื้นที่และการท่วมถึงของน้ำทะเล (Cintron และคณะ, 1985) ดังนี้

- Basin forest เป็นป่าชายเลนที่ขึ้นติดกับผืนแผ่นดินใหญ่ (main land) ตามลำแม่น้ำเล็ก ๆ จะได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลน้อยมาก กล่าวคือ น้ำทะเลจะท่วมถึงเฉพาะเวลาที่มีน้ำทะเลขึ้นสูงสุด (extreme high tide) เท่านั้น และได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดมาก ลักษณะพันธุ์ไม้มีขนาดเล็กเป็นพุ่มเตี้ยและพวกเถาวัลย์

- Riverine forest เป็นป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งแม่น้ำใหญ่ ๆ ที่ติดต่อกับอ่าว ทะเล และทะเลสาบ ป่าประเภทนี้ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลอยู่อย่างสม่ำเสมอ คือจะมีกระแสน้ำท่วมอยู่เป็นประจำวัน โดยพันธุ์ไม้จะเจริญเติบโตค่อนข้างสมบูรณ์ดี

- Fringe forest เป็นป่าชายเลนที่ขึ้นตามชายฝั่งทะเลติดกับผืนแผ่นดินใหญ่ หรือบริเวณชายฝั่งที่เป็นเกาะใหญ่ ๆ ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลอยู่สม่ำเสมอ คือน้ำทะเลจะท่วมถึงอยู่เป็นประจำวัน พันธุ์ไม้ของป่าจะเจริญเติบโตได้ดี และเป็นป่าที่ค่อนข้างอุดมสมบูรณ์

- Overwash forest เป็นป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่บนเกาะเล็ก ๆ จะถูกน้ำทะเลท่วมทั้งหมดเมื่อระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุด ป่าชนิดนี้เจริญเติบโตได้ช้า เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมและน้ำทะเลมาก อีกทั้งปุ๋ยและธาตุอาหารในป่าชนิดนี้จะถูกชะออกไปโดยกระแสน้ำออกจากป่าเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้การเจริญเติบโตของป่าชนิดนี้ไม่ดีและพันธุ์ไม้มีลักษณะแคระแกร็น

2.2 ลักษณะโครงสร้างป่าชายเลน

2.2.1 ชนิดของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน

พันธุ์ไม้ป่าชายเลนในเขตร้อน (tropics) และกึ่งร้อน (subtropics) ทั่วโลกมีประมาณ 26 วงศ์ 39 สกุล และ 84 ชนิด รวมทั้งไม้ยืนต้นและไม้ล้มลุก (Saenger และคณะ, 1983; Mepham, 1983; Tomlinson, 1986; Duke, 1992; Field, 1995; Naskar และ Mandal, 1999; Kathiresan และ Bingham, 2001) โดยพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในเขตร้อนและกึ่งร้อนทั่วโลกมีจำนวนชนิดแตกต่างกัน (ตารางที่ 2.1)

สำหรับในประเทศไทย Smitinand (1976) ได้ศึกษาพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนในประเทศไทยพบว่ามีพืชชั้นสูง 51 ชนิด โดยมีวงศ์ Rhizophoraceae เป็นวงศ์ใหญ่ที่สุด Santisuk (1983) ยังได้รายงานอีกว่ามีพันธุ์ไม้เด่นและสำคัญคือพันธุ์ไม้ในวงศ์ Rhizophoraceae ซึ่งได้แก่โกงกาง (*Rhizophora* sp.) โปรง (*Ceriops* sp.) และถั่ว (*Bruguiera* sp.) นอกจากนี้ยังมีไม้ในวงศ์ Acanthaceae ได้แก่แสมชนิดต่างๆ (*Avicennia* sp.) ไม้ในวงศ์ Sonneratiaceae ได้แก่ ลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) ลำแพน (*Sonneratia ovata* Backer) และไม้ในวงศ์ Meliaceae ได้แก่ตะบูน (*Xylocarpus* sp.) ตะบัน (*Xylocarpus gangeticus* (Prain) C.E.Parkinson) เป็นต้น นอกจากไม้ยืนต้นแล้วยังพบว่ามีพันธุ์ไม้ที่มีลักษณะนิสัยเป็นพืชอิงอาศัยอีกด้วยเช่น Sahavacharin และ Boonkerd (1976) ได้ศึกษาและเก็บรวบรวมพืชอิงอาศัย (epiphyte) ชนิดที่มีดอกของป่าชายเลน 5 จังหวัดคือ สงขลา สตูล ภูเก็ต พังงา และจันทบุรี พบว่ามี 3 วงศ์ 13 สกุล และ 18 ชนิด ซึ่งพบว่าเกาะอยู่ตามต้นไม้ กิ่งไม้ผุ และตามก้อนหิน อีกทั้งพืชอาศัยพวกอื่นนอกเหนือจากไม้ดอกเช่น สาหร่ายสีเขียว (green algae) สาหร่ายสีแดง (red algae) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue-green algae) และสาหร่ายสีน้ำตาล (brown algae) เป็นต้น (กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์, 2519) จึงนับได้ว่าป่าชายเลนของประเทศไทยเป็นป่าชายเลนที่มีความหลากหลายชนิดของทั้งพันธุ์ไม้ยืนต้น พืชอิงอาศัย และพืชจำพวกสาหร่าย

ตารางที่ 2.1 จำนวนชนิดของพืชป่าชายเลนในเขตร้อนและกึ่งร้อนทั่วโลก (Spalding และคณะ, 1997)

เขตร้อน (Tropical region)

Country	Species	Country	Species
Angola	7	Malaysia	36
Australia	39	Maldives	9
Bangladesh	21	Marshall Islands	4
Belize	5	Mauritania	3
Brazil	7	Mauritius	2
Brunei	29	Mexico	5
Cambodia	5	Micronesia	14
Cameroon	8	Mozambique	10
Colombia	11	Myanmar	24
Congo	2	New Caledonia	16
Congo, Dem Rep	6	Nicaragua	9
Costa Rica	9	Nigeria	8
Cuba	5	Oman	1
Dominican Rep	6	Panama	12
Ecuador	7	Papua New Guinea	44
El Salvador	6	Peru	5
Equatorial Guinea	2	Philippines	30
Eritrea	3	Puerto Rico	4
Fiji	9	Samoa	3
French Guiana	5	Saudi Arabia	3
Gabon	7	Senegal	7
Gambia	7	Seychelles	9
Ghana	6	Sierra Leone	6
Guatemala	5	Singapore	31
Guinea	7	Solomon Islands	22
Guinea-Bissau	6	Somalia	6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) จำนวนชนิดของพืชป่าชายเลนในเขตร้อนและกึ่งร้อนทั่วโลก (Spalding และคณะ, 1997)

เขตร้อน (Tropical region)

Country	Species	Country	Species
Guyana	5	Sri Lanka	23
Haiti	6	Sudan	3
Honduras	5	Suriname	4
Hong Kong	6	Tanzania	10
India	28	Thailand	35
Indonesia	45	Tonga	8
Jamaica	5	Vanuatu	15
Kenya	8	Venezuela	7
Liberia	5	Viet Nam	29
Madagascar	9	Yemen	2

เขตกึ่งร้อน (subtropical region)

Country	Species	Country	Species
Aruba	2	Kiribati	4
Bahamas	4	New Zealand	1
Bahrain	1	Pakistan	4
Benin	6	Qatar	1
Bermuda	3	South Africa	6
China	23	Togo	2
Egypt	2	Trinidad and Tobago	7
Iran	2	United Arab Emirates	1
Japan	11	United States	6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.2 การแบ่งเขตพันธุ์พืชในป่าชายเลน (zonation)

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศชายฝั่งที่ได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล ซึ่งจะพบอยู่ระหว่างทะเลและป่าบนแผ่นดินใหญ่ ป่าชายเลนจึงถือเป็นเขตเปลี่ยนสังคมพืช (ecotone) ระหว่างแผ่นดินกับทะเล (Walsh, 1974) การขึ้นอยู่ของพันธุ์พืชป่าชายเลนแต่ละชนิดในธรรมชาติจึงมีลักษณะการขึ้นเป็นแนวเขตเริ่มตั้งแต่บริเวณชายฝั่งน้ำจนลึกเข้าไปในป่าด้านใน ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของป่าชายเลนที่ต่างจากป่าบกเรียกว่า เขตพันธุ์พืช (zonation) ลักษณะการแบ่งแนวเขตของพันธุ์พืชเป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยที่เกี่ยวข้องบางประการเช่น การขึ้นลงของน้ำทะเล ความถี่ของการท่วมของน้ำทะเลแต่ละพื้นที่ ลักษณะของดิน คุณภาพน้ำ ความเค็ม และการปรับตัวของพันธุ์พืชแต่ละชนิด เป็นต้น (Chapman, 1975) รวมไปถึงความแตกต่างของระบบราก การเจริญเติบโตของลูกไม้และความสามารถในการแก่งแย่งของพันธุ์พืชแต่ละชนิดในบริเวณที่มีลักษณะแตกต่างกันระหว่างระดับน้ำทะเลต่ำสุดถึงระดับน้ำทะเลสูงสุด (Kuenzler, 1968; Aksornkoae, 1980) แต่อย่างไรก็ตามการขึ้นของกลุ่มพันธุ์พืชในป่าชายเลนมีความสัมพันธ์กับสภาพพื้นที่และปัจจัยสิ่งแวดล้อมอย่างเด่นชัดกล่าวคือ สกุลแสม (*Avicennia*) และลำพู (*Sonneratia*) ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้เบิกนำ (pioneer species) ชอบขึ้นบริเวณริมน้ำที่เป็นดินเลนมีทรายผสม และน้ำท่วมถึงเป็นประจำ ไม้สกุลถั่ว (*Bruguiera*) และโปรง (*Ceriops*) ชอบขึ้นตามดินเลนค่อนข้างแข็ง น้ำทะเลท่วมถึง สำหรับไม้สกุลฝาด (*Lumnitzera*) และตะบูน (*Xylocarpus*) ชอบขึ้นในดินเลนแข็ง ซึ่งเป็นพื้นที่ค่อนข้างสูง ส่วนตาตุ่มทะเล (*Excoecaria agallocha* L.) เสม็ดขาว (*Melaleuca cajuputi* Powell.) และเป้ง (*Phoenix paludosa* Roxb.) ชอบขึ้นอยู่ในพื้นที่สูง ดินเป็นดินเลนแข็งและมีน้ำทะเลท่วมถึงเป็นครั้งคราว เป็นต้น

2.2.2.1 ปัจจัยของการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้พันธุ์ไม้ของป่าชายเลนขึ้นอยู่เป็นแนวเขต (zonation) มีอยู่หลายปัจจัยด้วยกัน (Chapman, 1975) คือลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน ความเค็มของน้ำ ความถี่ของการท่วมถึงของน้ำทะเล ตลอดจนกระแสน้ำ การระบายน้ำและความเปียกชื้นของดิน ในขณะที่การขึ้นของไม้ป่าชายเลนแต่ละชนิดยังสัมพันธ์กับสภาพพื้นที่ และปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น แสง (Macnae, 1968; Lugo และ Snedaker, 1974; Aksornkoae, 1975) อุณหภูมิ (Hutching และ Saenger, 1987) ฝน และลม เป็นต้น

- สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน (physical and chemical soil factor) ดินในป่าชายเลนเป็นดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอน การกัดเซาะชายฝั่ง แม่น้ำหรือการพังทลายของดินบนภูเขาที่ไหลมาตามแม่น้ำ ลำคลอง และการตกตะกอนจากสารแขวนลอยในมวลน้ำ ลักษณะของตะกอนดินต่างๆ ที่มาทับถมในบริเวณชายฝั่งและป่าชายเลนนั้นจึงมีลักษณะแตกต่างกัน เนื่องมาจากแหล่งกำเนิดของตะกอนเป็นสำคัญ เช่น ถ้าเป็นตะกอนจากแม่น้ำ

ลำคลองอาจเป็นดินโคลนละเอียด หรือตะกอนมาจากชายฝั่งอาจจะเป็นทรายส่วนมาก ดินจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อแนวเขตพันธุ์ไม้ Macnae (1968) ศึกษาป่าชายเลนแถบอินโด-แปซิฟิก พบว่าบริเวณชายฝั่งทะเลส่วนมากจะพบลำพูทะเล (*Sonneratia alba* Blume) ในบริเวณที่เป็นดินเลน ในขณะที่ชายฝั่งที่ดินเป็นดินทรายจะพบแสมทะเล (*Avicennia marina* Forssk.) Steenis (1958) กล่าวว่าลำพูทะเลเป็นพันธุ์ไม้ที่มีขอบเขตการกระจายกว้างมากของไม้สกุล *Sonneratia* ซึ่งจะพบทั้งบริเวณเขตแรกที่ติดกับชายฝั่งซึ่งมีดินเป็นเลนอ่อน ปากแม่น้ำที่ดินเป็นทราย ชายฝั่งที่เป็นหินและแนวปะการัง อีกทั้งยังเจริญได้ดีในบริเวณชายฝั่งที่ดินเป็นทรายโดยเฉพาะแสมทะเล (Macnae, 1968) และ Macnae (1968) ยังกล่าวอีกว่าชนิดของดินมีบทบาทต่อไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora*) มาก โดยที่โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata* Poir.) เจริญได้ดีในบริเวณที่เป็นดินเลนลึก (deep soft mud) ขณะที่โกงกางใบเล็ก (*R. apiculuta* Blume) เจริญในบริเวณดินเลนที่ค่อนข้างแข็งกว่า หรือดินที่ค่อนข้างดำประกอบด้วยทรายและฮิวมัสอุดมสมบูรณ์ ส่วน *R. stylosa* Griff.จะพบบริเวณชายฝั่งที่เป็นหาดทรายหรือแนวปะการัง Kiener (1966) ศึกษาป่าชายเลนบริเวณเกาะมาดากัสการ์ พบว่าไม้สกุลโกงกางเจริญบริเวณชายฝั่งที่มีสิ่งกำบังลมและเป็นดินเลนอ่อน แต่โปรงแดง (*Ceriops tagal* C.B. Rob.) เจริญอยู่ในบริเวณที่ดินค่อนข้างแข็ง ส่วนพังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.) พบในบริเวณที่ดินค่อนข้างแห้งแต่มีการระบายอากาศดี (Gledhill, 1963) และมักพบพังกาหัวสุมดอกแดงเจริญร่วมกับโกงกางใบใหญ่ในแถบอินโด-แปซิฟิกที่มีปริมาณฝนมาก (Macnae, 1968) ส่วนบริเวณที่ปริมาณฝนน้อยจะพบโปรงแดงเจริญร่วมกับโกงกางใบใหญ่

- การระบายน้ำและความชื้นในดิน เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการกระจายพันธุ์ไม้ป่าชายเลน Steenis (1958) รายงานว่าหากการระบายน้ำบริเวณไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora*) ถูกปิดกั้นไม่มีการระบายน้ำเข้าออก จะทำให้พืชตายหรือเปลี่ยนสภาพไปได้และจะถูกแทนที่ด้วยฝาด (*Lumnitzera* sp.) นอกจากนี้คุณสมบัติในการระบายน้ำของดินยังเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมความเค็ม (Giglioli และ King, 1966) และ pH (Thornton และ Giglioli, 1965)

- ความเค็มของน้ำ และความเค็มของน้ำในดิน มีบทบาทสำคัญต่อการแบ่งแนวเขตของพันธุ์พืชในป่าชายเลน (Chapman, 1976) เนื่องจากความเค็มจะแปรผันตามการท่วมถึงของน้ำทะเล ปริมาณน้ำจืดจากแม่น้ำ และปริมาณน้ำฝน โดยเฉพาะน้ำฝนที่มีบทบาทมากในพื้นที่ป่าชายเลนเขตมรสุม พันธุ์ไม้แต่ละชนิดในป่าชายเลนมีความต้องการและความสามารถทนต่อระดับความเค็มแตกต่างกัน ศิริวรรณ จิระวัฒนะภัณฑ์ (2545) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของกล้าไม้ลำพูและลำแพน ที่ความเค็มแตกต่างกันพบว่า ลำพูและลำแพนมีการเจริญเติบโตมากที่สุดในช่วงระดับความเค็ม 10-20 ppt Jordan (1964) ยังพบว่าไม้สกุลแสม

มีความทนทานต่อความเค็มสูง และลำพูทะเล ลำแพน ชอบน้ำที่มีความเค็มค่อนข้างสูงและมักพบขึ้นอยู่บริเวณติดกับทะเล ส่วนลำพูจะขึ้นและเจริญเติบโตได้ในบริเวณที่มีความเค็มน้อยกว่าประมาณ 10 ppt พังกาหัวสุมดอกแดงทนต่อความเค็มระหว่าง 10-20 ppt โปรงแดงจะขึ้นและเจริญเติบโตได้ในบริเวณที่มีความเค็มมากกว่า 30 ppt Wells (1982) พบว่าพันธุ์ไม้ป่าชายเลนหลายชนิดในประเทศออสเตรเลีย สามารถขึ้นอยู่และทนทานได้ในพื้นที่ซึ่งมีความเค็มของน้ำแตกต่างกัน เช่น แสมทะเลและตาตุ่ม สามารถขึ้นได้ในน้ำเค็มที่มีค่าสูงสุดคือ 85 ppt แสมดำขึ้นได้ในน้ำเค็มที่มีค่าสูงสุด 63 ppt โปรงขึ้นได้ในน้ำเค็มที่มีค่าสูงสุดประมาณ 72 ppt ลำพูและลำแพนขึ้นได้ในน้ำเค็มที่มีค่าสูงสุด 44 ppt โกงกางใบเล็กขึ้นได้ในน้ำเค็มมีค่าสูงสุดประมาณ 65 ppt และ *R. stylosa* ขึ้นได้ในที่มีความเค็มของน้ำมีค่าสูงสุดถึง 74 ppt แต่พวกตะบูนขาวสามารถขึ้นได้ในพื้นที่ที่น้ำมีค่าความเค็มสูงสุดเพียง 34 ppt สำหรับไม้สกุลถั่วขึ้นได้ในบริเวณที่น้ำมีค่าความเค็มสูงสุดเพียง 37 ppt เท่านั้น

- ความถี่ในการท่วมถึงของน้ำทะเล เป็นปัจจัยที่สำคัญในการแบ่งเขตพันธุ์พืชป่าชายเลน Watson (1928) ได้จัดแบ่งเขตพันธุ์พืชของป่าชายเลนในพื้นที่ทางด้านตะวันตกของประเทศมาเลเซียออกได้ 5 บริเวณซึ่งแบ่งได้ดังนี้

1. พื้นที่น้ำท่วมถึงทุกครั้ง (inundated by all high tide) มีเพียงโกงกางใบใหญ่ที่ขึ้นอยู่ได้

2. พื้นที่น้ำท่วมขณะมีน้ำสูงปานกลาง (inundated by medium high tide) พันธุ์ไม้ที่ขึ้นในเขตนี้ได้แก่ แสมขาว (*A. alba*) แสมทะเล (*A. marina*) และลำพูทะเล *S. alba*)

3. พื้นที่ที่น้ำท่วมขณะที่น้ำขึ้นสูงปกติ (inundated by normal high tide) บริเวณนี้ไม้ป่าชายเลนจะเจริญเติบโตได้ดี โดยเฉพาะโกงกางใบใหญ่ ส่วนไม้ชนิดอื่น ๆ ที่พบได้แก่โปรงแดง (*C. tagal*) ตะบูน (*Xylocarpus* spp.) และถั่วดำ (*B. parviflora* (Roxb.) Wight & Arn. ex Griff.)

4. พื้นที่น้ำท่วมถึงเมื่อน้ำขึ้นสูงสุดเท่านั้น (inundated by spring tide) บริเวณนี้จะค่อนข้างแห้งจึงเหมาะกับไม้ถั่ว (*Bruguiera* spp.) ตะบูน และตาตุ่มทะเล (*Excoecaria agalllocha*)

5. พื้นที่น้ำท่วมถึงเมื่อน้ำขึ้นสูงสุดเป็นพิเศษ (inundated by equinoctial or other exceptional tides) พันธุ์ไม้ที่ขึ้นในเขตนี้ส่วนใหญ่เป็นไม้พังกาหัวสุมดอกแดง หลุมพอทะเล (*Intsia bijuga* (Colebr.) Kuntze) หงอนไก่ทะเล (*Heritiera littoralis* W.T. Aiton) ตาตุ่มทะเล (*E. agalllocha*) และจาก (*Nypa fruticans*) เป็นต้น

2.2.2.2 ตัวอย่างการแบ่งเขตของพันธุ์พืช (zonation)

การแบ่งเขตของพันธุ์พืชในป่าชายเลน โดย Watson (1928) ใช้ปัจจัยความถี่ของการท่วมถึงพื้นที่ของน้ำทะเล (frequency of inundation) เป็นตัวกำหนดเขตของพันธุ์พืช ต่อมาคือของ De Haan (1931) ใช้ความเค็มของน้ำ (salinity) เป็นตัวกำหนด และสุดท้าย Walter และ Steiner (1936) ใช้ไม้เด่น (dominance species) เป็นสิ่งกำหนด

การศึกษาเกี่ยวกับการแบ่งเขตของพันธุ์พืชป่าชายเลนในส่วนต่าง ๆ ของโลกจะแตกต่างกันออกไปตามสภาพภูมิประเทศ (Clarke และ Hannon, 1967) และสมบัติทางกายภาพของดินและน้ำ เป็นต้น Walter และ Steiner (1936) และ Chapman (1976) ศึกษาการแบ่งเขตของพันธุ์พืชป่าชายเลนบริเวณแทงกาในแอฟริกาตะวันออก พบว่าบริเวณชายฝั่งที่เป็นดินเลนอ่อนนุ่มจะพบลำพูทะเล (*S. alba*) ถัดเข้าไปในแผ่นดินที่เป็นดินโคลนจะพบโกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) แต่หากเป็นดินทรายจะเป็นไม้สกุลแสม *(Avicennia* spp.) ส่วนบริเวณปากแม่น้ำหรือชายฝั่งที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากคลื่นลมและมีดินเป็นดินเลน จะพบโกงกางใบใหญ่อยู่ข้างหน้าซึ่งมีน้ำทะเลท่วมถึงทุกวัน ถัดเข้ามาจะพบโปรงแดง ในกรณีที่มีคลองผ่านเข้าไปอาจพบโปรงแดงขึ้นร่วมกับไม้สกุลโกงกางและแสม Macnae และ Kalk (1962) ศึกษาการแบ่งเขตของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนบริเวณ Inhaca Island พบว่าบริเวณด้านนอกที่ติดกับแม่น้ำจะพบแสมทะเล (*A. marina*) และโกงกางใบใหญ่ ถัดเข้าไปบริเวณที่ดินค่อนข้างแห้งจะพบโปรงแดง ต่อมาบริเวณที่ระดับน้ำใต้ดินอยู่ระดับเดียวกับผิวดินจะพบพังกาหัวสุมดอกแดง *(B. gymnorrhiza*) และด้านในสุดจะเป็นสกุลโปรง (*Ceriops* spp.) ฝาดดอกขาว (*L. racemosa* Willd.) และตะบูน (*X. granatum*)

การแบ่งเขตพันธุ์พืชป่าชายเลนในประเทศออสเตรเลีย ศึกษาโดย Chapman (1976) ได้สรุปไว้ดังนี้ ด้านนอกสุดที่ติดกับแม่น้ำเป็นพืชสกุลแสม (*Avicennia*) ถัดเข้าไปเป็นสกุลโกงกาง (*Rhizophora*) ถัดไปเป็นเขตของไม้สกุลถั่ว (*Bruguiera*) สกุลโปรง (*Ceriop*s) และตะบูน (*Xylocarpus* spp.) ตามลำดับ สำหรับเขตสุดท้ายเป็นไม้สกุลเสม็ด (*Melaleuca* spp.)

การแบ่งเขตของพันธุ์พืชป่าชายเลนแถบอินโด-มาเลเซีย มีไม้สกุลโกงกางเป็นพันธุ์ไม้เด่นและขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก (Ho, 1963) โดยเฉพาะโกงกางใบใหญ่จะพบบริเวณที่ดินเลนลึก และโกงกางใบเล็กพบในบริเวณที่มีดินเลนตื้น ๆ และบริเวณที่ดินเป็นดินเลนมีลำพูทะเลเป็นไม้เบิกนำมักจะพบโกงกางใบใหญ่และโกงกางใบเล็กอยู่ถัดเข้าไป (Richards, 1964) เขตต่อมาจะพบพังกาหัวสุมดอกแดงร่วมกับถั่วขาว (*B. cylindrical* Blume) ถั่วดำ (*B. parviflora*) ฝาดดอกแดง (*L. littorea*) และสีง้ำ (*Scyphiphora hydrophyllacea* Gaertn.) ขณะที่ Kusmana และคณะ (1992) ได้ศึกษารูปแบบของแนวเขตพันธุ์พืชในป่าชายเลนที่เมือง Riau ทางตะวันออกของเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย พบว่า แนวเขตพันธุ์พืชแบ่งออกเป็นสามเขตดังนี้ เขตแรก

ที่ระยะ 0-180 เมตรจากชายฝั่งจะพบถั่วดำขึ้นอยู่ เขตที่สองที่ระยะ 180-740 เมตรจากชายฝั่งพบพังกาหัวสุมดอกขาว (*B. sexangula*) และเขตที่สามที่ระยะ 740-900 เมตรจากชายฝั่งพบว่ามีพังกาหัวสุมดอกขาว ขึ้นปะปนกับจาก (*N. fruticans*)

สำหรับในประเทศไทย Aksornkoae (1976) ได้ศึกษาการแบ่งเขตพันธุ์พืชบริเวณป่าชายเลนอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี จากบริเวณชายฝั่งน้ำจนลึกเข้าไปถึงด้านในสุดของป่า ด้วยวิธีของ Walter และ Steiner (1936) ซึ่งสรุปได้ว่า ในเขตแรกบริเวณใกล้ฝั่งน้ำจะพบโกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) และโกงกางใบเล็ก (*R. apiculata*) เขตที่สองเป็นเขตของไม้สกุลแสมและสกุลถั่ว เขตที่สามเป็นบริเวณที่ดินค่อนข้างแข็งจะพบตะบูนขาว (*X. granatum*) ส่วนบริเวณที่ดินค่อนข้างอ่อนและมีน้ำท่วมถึงเสมอจะพบไม้สกุลโปรง (*Ceriops*) และไม้สกุลฝาด (*Lumnitzera*) ส่วนเขตสุดท้ายที่ดินเป็นดินเลนแข็ง มีน้ำท่วมถึงในบางคราวจะพบเสม็ด นอกจากนี้บริเวณป่าชายเลนที่ถูกถางยังพบปรงทะเล (*Acostichum aureum* L.) ด้วย พรศิรินทร์ สุดแสง (2544) ได้ทำการศึกษาแนวเขตพันธุ์พืชป่าชายเลน บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดตราด พบว่ามีการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ออกเป็น 5 เขตคือ เขตแรกติดกับชายฝั่งแม่น้ำเป็นเขตของลำพู (*S. caseolaris*) เขตที่สองที่ระยะ 10-40 เมตรจากชายฝั่งเป็นแนวเขตของแสมขาว เขตที่สามที่ระยะ 40-70 เมตรจากชายฝั่งเป็นแนวเขตของโกงกางใบใหญ่ เขตที่สี่ที่ระยะ 70-100 เมตรจากชายฝั่งเป็นแนวเขตของโกงกางใบเล็ก และเขตสุดท้ายที่ระยะ 100-110 เมตรจากชายฝั่งเป็นแนวเขตของตะบูนขาว (*X. granatum*) ขณะที่การแบ่งเขตพันธุ์พืชในจังหวัดชุมพรและจังหวัดพังงา (สง่า สรรพศรี และคณะ, 2530) บริเวณด้านนอกติดกับริมน้ำเป็นเขตของแสม-ลำพู ถัดไปเป็นเขตโกงกางใบใหญ่ตามด้วยโกงกางใบเล็ก หลังพืชกลุ่มนี้จะพบโปรง ตะบูน ตาตุ่ม (*E. agallocha*) และเป้ง (*P. paludosa*) ตามลำดับ

2.3 ระบบรากของพืชป่าชายเลน

โครงสร้างของระบบรากของพืชป่าชายเลน มีลักษณะพิเศษกว่าระบบรากของพืชในป่าบกซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นรากหยั่งลึกลงไปในดิน แต่ลักษณะพิเศษของรากพืชป่าชายเลนเกิดขึ้นเพื่อปรับตัวให้อยู่ในสภาพที่มีน้ำท่วมขัง สภาพพื้นดินเป็นโคลนหรือทราย จึงต้องมีส่วนที่จะช่วยยึดลำต้นให้มั่นคง (Tomlinson, 1986) พืชในป่าชายเลนแต่ละชนิดจึงสร้างรากขึ้นมาอยู่เหนือพื้นดินที่เรียกว่า รากอากาศ (aerial roots) เพื่อแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนจากบรรยากาศโดยตรง ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

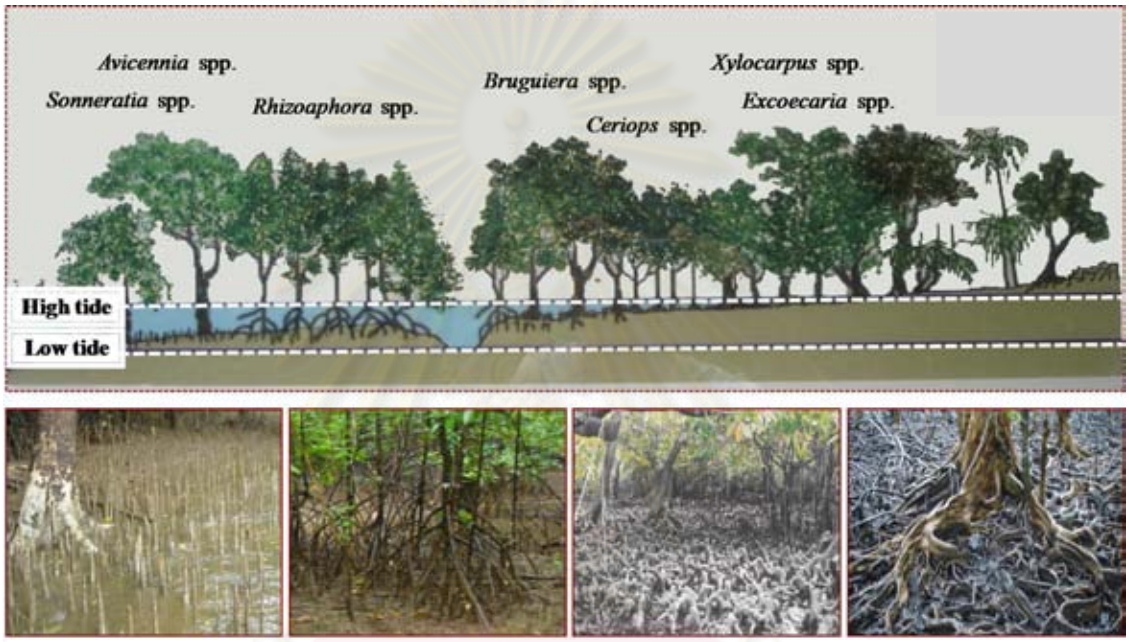
2.3.1 รากค้ำยัน (stilt roots) เป็นรากอากาศที่แตกสาขาแล้วโค้งลงดิน เพื่อช่วยให้สามารถทรงตัวอยู่ได้ในดินเลน เกิดบริเวณลำต้น เป็นลักษณะสำคัญของพืชในสกุลโกงกาง (*Rhizophora*) เช่น โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) ลักษณะของรากค้ำยันจะโค้งจรดดิน ไม่หัก

เป็นมุมฉาก (สนิท อักษรแก้ว และสมชาย พานิชสุโข, 2530) และโกงกางใบเล็ก (*R. apiculuta*) จะมีรากค้ำยันหนึ่งหรือสองรากที่ทำมุมฉากกับลำต้นและหักเป็นมุมฉากลงดิน ขณะที่รากค้ำยันที่อยู่ในอากาศสามารถเจริญได้โดยไม่มีขอบเขตจำกัดต่างจากการเจริญในดิน และไม่ได้ทำหน้าที่เกี่ยวกับการดูดซึมโดยตรง แต่จะมีเลนทิเซล (lenticel) จำนวนมากบนผิวของรากค้ำยันที่อยู่ในอากาศซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ มีลักษณะแตกเป็นรอยแผลเล็ก ๆ เห็นได้ชัดเจน

2.3.2 รากหายใจ (pneumatophores) เป็นรากที่อยู่เหนือผิวดินในแนวตั้งฉากรอบ ๆ ลำต้นพบได้ในสกุลแสม (*Avicennia*) และสกุลลำพู (*Sonneratia*) สามารถงอกได้รวดเร็วและทนทานต่อสภาพน้ำท่วมได้นาน ๆ มีลักษณะแตกต่างกันตามชนิดของพืช เช่น รากหายใจของแสมมักมีความสูงไม่เกิน 30 เซนติเมตร ในขณะที่ลำพูอาจมีความสูงของรากค่อนข้างมากสามารถสูงได้ถึง 1 เมตร (Tomlinson, 1988) การเจริญของรากหายใจเกิดมาจาก cable roots ที่เจริญขนานไปกับผิวดินตื้น ๆ จากนั้นจะมีรากเล็ก ๆ แตกแขนงต่อไป โดยที่รากฝอยจะเกิดทางด้านล่างของ cable roots เพื่อทำหน้าที่ยึดเกาะ และมีรากเล็ก ๆ เกิดต่อไปอีกโดยลดขนาดลงตามลำดับ ส่วนรากที่มีขนาดเล็กละเอียดเป็นฝอยจะช่วยในการดูดซึมน้ำและสารต่าง ๆ ที่ละลายในน้ำ นอกจากนี้ส่วนของผิวรากที่โผล่พ้นดินขึ้นมาของแสมและลำพูยังมีลักษณะที่แตกต่างกัน กล่าวคือผิวรากของแสมจะเรียบและมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ (บุญอำไพ เจนใจ, 2529) ส่วนในรากของลำพูที่มีอายุน้อยเปลือกจะลอกหลุดเป็นชิ้น ๆ แต่เมื่อรากมีอายุมากขึ้นส่วนผิวของเปลือกจะเรียบขึ้น (ประสิทธิ์ ไกรสูงเนิน, 2532) อย่างไรก็ตามเซลล์ส่วนมากที่อยู่ใต้ผิวของรากแสมและลำพูจะมีสีเขียวเนื่องจากมีคลอโรฟิลด์อยู่ในเซลล์ชั้นที่อยู่ถัดจากเซลล์ผิวชั้นนอกเข้าไป และยังมีเลนทิเซลที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซอยู่ด้วย ในขณะที่ความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลงยังมีอิทธิพลต่อขนาดของรากหายใจด้วย กล่าวคือในแสมและลำพู รากหายใจจะมีขนาดใหญ่และสูงจากผิวดินมากถ้าขึ้นในพื้นที่ซึ่งความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลงกว้าง แต่จะมีขนาดเล็กและสูงจากผิวดินน้อยเมื่อขึ้นอยู่ในพื้นที่ซึ่งระดับของน้ำขึ้นน้ำลงแคบ (สนิท อักษรแก้ว, 2532)

2.3.3 รากที่มีลักษณะคล้ายเข่า (knee roots) เป็นรากที่โผล่ขึ้นเหนือพื้นดินแล้วหักโค้งกลับลงไปในดิน และตรงส่วนโค้งจะมีลักษณะปุ่มคล้ายหัวเข่า เกิดจากความหนาของผนังขั้นที่สองที่การเจริญมีลักษณะเป็นรูปวงรีทางด้านบนเป็นส่วนใหญ่ จากส่วนที่คล้ายเข่านี้สามารถแตกเป็นรากชนิดเดียวกันนี้ออกไปได้ในระยะห่างเท่า ๆ กัน นอกจากนี้รูปร่าง ขนาด และช่วงห่างของการเกิดรากขึ้นกับชนิดของพืช รวมทั้งสภาพพื้นที่ ๆ ที่พืชนั้นขึ้นอยู่ด้วย (เทียมใจ คมกฤส, 2529) ซึ่งจะพบรากลักษณะนี้ในพืชสกุลถั่ว (*Bruguiera*) สกุลโปรง (*Ceriops*) และสกุลฝาด (*Lumnitzera*)

2.3.4 รากพูพอน (buttresses roots) เป็นรากที่เจริญมาจาก horizontal roots ขึ้นไปในแนวตั้ง เกิดจากการแบ่งตัวของแคมเบียมเฉพาะด้านบน ทำให้มีลักษณะเป็นพูพอนหรือเป็นแผ่นแบนคล้ายแผ่นกระดานบาง ๆ มักจะเจริญคดเคี้ยวออกไปเรื่อย ๆ ทางด้านข้าง ในต้นที่มีอายุมาก ๆ จะเห็นส่วนที่คล้ายแผ่นกระดานนี้เจริญห่างออกไปไกลจากโคนต้นคล้ายลูกคลื่นเป็นบริเวณกว้าง เพื่อทำให้สามารถทรงตัวเกาะยึดพื้นดินที่ค่อนข้างแข็งได้ (เทียมใจ คมกฤส, 2529) พบได้ในตะบูนขาว (*X. granatum*)



รากหายใจ *Sonneratia* spp. *Avicennia alba*

รากค้ำยัน *Rhizophora* spp.

รากลักษณะคล้ายเข่า *Bruguiera* spp.

รากพูพอน *Xylocarpus granatum*

ที่มา: ศูนย์การเรียนรู้และพัฒนาป่าชายเลนที่ 1 (ตราด)

ภาพที่ 2.1 ระบบรากพืชลักษณะต่าง ๆ ในแต่ละเขตพันธุ์พืชของป่าชายเลน

ขณะที่รากในส่วนใต้พื้นดินของพืชแต่ละชนิดยังมีความแตกต่างกันด้วย เช่น ตาตุ่มทะเล (*E. agallocha*) จะมีรากแก้ว แต่พวกสกุลโกงกาง (*Rhizophora*) หรือสกุลแสม (*Avicennia*) ไม่มีรากแก้ว แต่จะมีรากที่แผ่กระจายออกทางด้านข้าง และเจริญขนานกับผิวดินตื้น ๆ ส่วนรากที่ทำหน้าที่ยึดเกาะ (anchoring roots) เกิดทางด้านล่างของ cable roots และมีรากขนาดเล็กช่วยในการดูดซึมน้ำและธาตุอาหาร (nutritive roots)

ลักษณะภายในของรากพืชป่าชายเลนจะแตกต่างจากพืชในป่าบกหลายประการ กล่าวคือ ส่วนของ cortex ถ้าเป็นพืชที่ขึ้นในพื้นที่ที่เป็นดินเลนหรือดินปนทรายที่มีน้ำท่วมตลอดเวลาหรือท่วมเป็นครั้งคราว เซลล์ส่วนใหญ่จะเป็นเซลล์ที่มีช่องอากาศ (air space) ใหญ่เซลล์มีรูปร่างหลายแบบแล้วแต่ชนิดของพืชพบทั้งในรากอากาศและรากใต้ดิน แต่ในรากอากาศช่องอากาศจะมีขนาดเล็กกว่าในรากใต้ดินคือมีประมาณ 5 เปอร์เซนต์ ในขณะที่รากใต้ดินมีประมาณ 50 เปอร์เซนต์จึงทำให้มีลักษณะคล้ายฟองน้ำ (เทียมใจ คมกฤส, 2529)

สำหรับโครงสร้างภายในของรากที่อยู่ใต้ผิวดินในป่าชายเลนของพืชทุกชนิด มีลักษณะคล้ายกันคือ ในการเจริญขั้นแรกด้านนอกสุดจะมี epidermis หลายชั้น เรียกว่า multiple epidermis ซึ่งเมื่อมีการเจริญในขั้นสองจะมี periderm ขึ้นมาแทนที่ ในส่วนของ cortex จะมีเซลล์ parenchyma เรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ ทำให้มีช่องอากาศใหญ่ที่เป็นเซลล์ที่เรียกว่า aerenchyma แต่การเรียงตัวของเซลล์เหล่านี้ในพืชแต่ละสกุลจะแตกต่างกันออกไปเช่น ในไม้สกุลโกงกาง aerenchyma จะมีลักษณะเว้าเป็นกิ่งก้านเรียกว่า arm cell ขณะที่ aerenchyma ของไม้สกุลถั่วมีผนังบาง ขอบเซลล์หนาเป็นวงรูปยาวเรียงตัวกันเป็นสายยาวโปร่ง ส่วน aerenchyma ของแสมจะมีรูปร่างหลายเหลี่ยมขนาดต่าง ๆ กันเป็นต้น (เทียมใจ คมกฤส, 2529)

ลักษณะเด่นอีกประการหนึ่งของรากพืชป่าชายเลนคือไม่มีขนราก (root hair) ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกันกับรากของพืชน้ำส่วนใหญ่ (เทียมใจ คมกฤส, 2528) เนื่องจากพืชในป่าบกมีขนรากที่ทำหน้าที่ช่วยเพิ่มพื้นที่ในการดูดซึมน้ำให้มากยิ่งขึ้น แต่เมื่ออยู่ในน้ำรากจึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องมีขนรากอีกต่อไป นอกจากนี้รากที่อยู่ใต้ดินยังมี epidermis หลายชั้นหรือ multiple epidermis ช่วยทำหน้าที่ดูดน้ำและเกลือแร่ที่ละลายน้ำแทนขนราก รวมทั้งทำหน้าที่ช่วยในการกรองสารละลายจากน้ำทะเลได้อีกด้วย (Saenger, 1982)

2.4 มวลชีวภาพของพืช

มวลชีวภาพ (biomass) หมายถึง น้ำหนักของส่วนที่มีชีวิตของพืช โดยเริ่มต้นจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) ของพืชที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีและเก็บผลผลิตที่ได้ไว้ในรูปของมวลชีวภาพ ซึ่งมวลชีวภาพดังกล่าวสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ มวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดินได้แก่ ใบ ดอก ผล กิ่งก้าน และลำต้น และมวลชีวภาพส่วนใต้พื้นดินที่เก็บอยู่ในส่วนของราก ดังนั้นมวลชีวภาพของพืชก็คือ ผลรวมของน้ำหนักของลำต้น กิ่ง ใบ ดอก ผล และราก นอกจากนั้นมวลชีวภาพเหล่านี้สามารถเป็นตัวชี้บอกถึงการเจริญเติบโตและความอุดมสมบูรณ์ในแง่ของผลผลิตของพืชอีกอย่างหนึ่ง นอกเหนือจากการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของต้นไม้

การศึกษามวลชีวภาพถูกพัฒนาขึ้นโดยนักนิเวศวิทยาป่าไม้ เพื่อเป็นวิธีในการหามวลชีวภาพในระบบนิเวศป่าไม้ด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้

- Harvest method (เช่น Christensen, 1978) เป็นวิธีที่ต้องตัดฟันต้นไม้ทุกต้นที่ต้องการในพื้นที่หนึ่ง และนำส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ทั้งส่วนของใบ ลำต้น กิ่งก้าน มาอบให้แห้งชั่งน้ำหนัก แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาน้ำหนักของต้นไม้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ป่าที่ต้นไม้มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก

- Mean-tree method (เช่น Briggs, 1977) เป็นวิธีการศึกษามวลชีวภาพในพื้นที่ที่เป็นพืชชนิดเดียวกัน โดยนำค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมาคูณด้วยความหนาแน่นของพืชชนิดนั้นในพื้นที่ จากนั้นจึงตัดต้นไม้ที่มีขนาดใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้แล้วนำมาแยกเป็นส่วนของใบ ลำต้น กิ่งก้าน อบแห้งจนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักเพื่อนำไปคำนวณหามวลชีวภาพ วิธีดังกล่าวจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมกับบริเวณที่เป็นพันธุ์ไม้ชนิดเดียวกันและขนาดมีใกล้เคียงกันเท่านั้น เช่น ป่าปลูก

- Allometric method (เช่น Komiyama และคณะ, 1988; Poungparn และคณะ, 2003; Sherman และคณะ, 2003) เป็นการประมาณน้ำหนักของต้นไม้ จากสมการแอลโลเมตรีของพืชชนิดนั้น โดยสามารถสร้างสมการแอลโลเมตรีจากการตัดต้นไม้ที่ต้องการศึกษาประมาณ 4-5 ต้น วัดขนาดลำต้น ตัดและแยกเป็นส่วนของใบ ดอก ผล กิ่งก้าน ในขณะที่ส่วนของรากขุดและเก็บมาคัดแยกขนาด จากนั้นนำทุกส่วนของพืชไปอบแห้งจนน้ำหนักคงที่ แล้วชั่งน้ำหนักของพืชแต่ละส่วน เพื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของต้นไม้และส่วนที่สามารถทำการวัดได้ง่ายเช่น ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของต้นไม้หรือความสูง เป็นต้น เมื่อมีสมการแอลโลเมตรีแล้วเพียงแค่วัดส่วนที่สามารถทำการวัดได้ง่าย แล้วนำค่าที่ได้ไปแทนลงในสมการแอลโลเมตรีของพืชชนิดนั้นก็จะทราบน้ำหนักของต้นไม้ต้นนั้น ๆ ได้ วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ศึกษากันเนื่องจากทำได้ง่าย แต่วิธีนี้ก็ยังจำเพาะกับชนิดของพืชและพื้นที่ด้วย

ในช่วงเวลา 50 ปีที่ผ่านมาการศึกษามวลชีวภาพในป่าชายเลนได้ทำกันอย่างกว้างขวาง (ตารางที่ 2.2) เช่น Komiyama (1988) ได้ศึกษามวลชีวภาพของโปรงแดง (*Ceriops tagal*) ในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดสตูล ทางภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศไทย พบว่าปริมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดินมีปริมาณ 92.2 ตันต่อเฮกแตร์ และปริมาณมวลชีวภาพส่วนใต้พื้นดินมีปริมาณ 87.5 ตันต่อเฮกแตร์ Mackey (1993) ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพของแสมทะเล (*A. marina*) ในป่าชายเลนรุ่นสองที่ประเทศออสเตรเลีย พบว่าปริมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดินมีปริมาณ 341.0 ตันต่อเฮกแตร์ ปริมาณมวลชีวภาพส่วนใต้พื้นดินมีปริมาณ 121.0 ตันต่อเฮกแตร์

2.4.1 มวลชีวภาพราก (root biomass)

มวลชีวภาพราก คือน้ำหนักแห้งของรากที่ยังมีชีวิตต่อพื้นที่ Komiyama และคณะ (1987) ได้ศึกษาที่มวลชีวภาพรากในป่าชายเลนบริเวณหาดทรายขาว จังหวัดระนอง ด้วยวิธี Trench method โดยขุดดินขนาดยาว 15.5 เมตร กว้าง 0.2 เมตร ลึก 1 เมตร ตัดแบ่งดินเป็นส่วนย่อย ๆ ขนาดกว้าง 0.2 เมตร ยาว 0.5 เมตร ลึก 0.1 เมตร จากนั้นล้างดินออกให้หมดเพื่อแยกส่วนที่เป็นรากออกมา แล้วจึงแยกรากออกเป็นขนาดต่าง ๆ นำไปอบแล้วชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้ง พบว่ามวลชีวภาพรากทั้งหมดเท่ากับ 437.5 ตันต่อเฮกแตร์ ประกอบด้วยมวลชีวภาพของรากฝอย (เส้นผ่านศูนย์กลาง $\leq$ 2 มิลลิเมตร) ถึง 220.5 ตันต่อเฮกแตร์ อีกทั้งมีการประเมินมวลชีวภาพรากในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ด้วยสมการแอลโลเมตรี พบว่าในเขตลำพู (*Sonneratia*) มวลชีวภาพรากของส่วนเหนือพื้นดินและใต้พื้นดินเท่ากับ 171.8 ตันต่อเฮกแตร์ มวลชีวภาพรากฝอย 103.7 ตันต่อเฮกแตร์ คิดเป็น 60.4% ของรากทั้งหมด ส่วนในเขตโกงกาง มวลชีวภาพทั้งหมดเท่ากับ 509.5 ตันต่อเฮกแตร์ มวลชีวภาพรากฝอย 236.4 ตันต่อเฮกแตร์ คิดเป็น 46.4% ของรากทั้งหมด นอกจากนี้ Tabuchi และคณะ (1983) ทำการศึกษามวลชีวภาพในป่าชายเลนที่อำเภอกะเปอร์ จังหวัดระนอง พบว่ามวลชีวภาพของรากทั้งหมดเท่ากับ 338 ตันต่อเฮกแตร์ มวลชีวภาพรากฝอย 234 ตันต่อเฮกแตร์ คิดเป็น 69.2% ของรากทั้งหมด จึงอาจกล่าวได้ว่าปริมาณรากฝอยในป่าชายเลนมีปริมาณมากเมื่อเทียบกับรากขนาดอื่น ๆ

นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณมวลชีวภาพของรากในป่าชายเลนมีปริมาณมากเมื่อเทียบกับปริมาณมวลชีวภาพของส่วนเหนือพื้นดิน โดยมวลชีวภาพรากของพืชในป่าชายเลนนั้นมีค่าที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับป่าบก จากการศึกษามวลชีวภาพของพืชในป่าชายเลน พบว่า อัตราส่วนของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินต่อมวลชีวภาพใต้พื้นดินในป่าชายเลน มีค่าอยู่ระหว่าง 1.1-3.0 (Tamai และคณะ, 1986; Komiyama และคณะ, 1988, 2000, 2008; Mackey, 1993; Poungparn, 2003; Khan และคณะ, 2009) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินต่อมวลชีวภาพใต้พื้นดินในป่าบก (DeAngelis และคณะ, 1981; Cairns และคณะ, 1997) พบว่ามีอัตราส่วนที่สูงกว่าในป่าชายเลน คือมีค่าอยู่ระหว่าง 3.9-4.5 ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่ามวลชีวภาพของป่าชายเลนส่วนมากสะสมอยู่ที่ระบบราก

ตารางที่ 2.2 การศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและมวลชีวภาพใต้พื้นดินของป่าชายเลนในส่วนต่าง ๆ ของโลก

สถานที่ศึกษา	มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (ตันต่อเฮกแตร์)	มวลชีวภาพใต้พื้นดิน (ตันต่อเฮกแตร์)	ผู้ศึกษา
เมือง Matang ประเทศมาเลเซีย	460.0	-	Putz และ Chan (1986)
จังหวัดระนอง ประเทศไทย	298.5	272.9	Komiyama และคณะ (1987)
เมือง Halmahera ประเทศอินโดนีเซีย	356.8	196.1	Komiyama และคณะ (1988)
จังหวัดสตูล ประเทศไทย	92.2	87.5	Komiyama และคณะ (2000)
ประเทศออสเตรเลีย	341.0	121.0	Mackey (1993)
เกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย	279.0	-	Kusmana และคณะ (1992)
เมือง Matang ประเทศมาเลเซีย	211.8	-	Ong และคณะ (1982)
ประเทศออสเตรเลีย	144.5	147.3	Briggs (1977)
จังหวัดตราด ประเทศไทย	142.2	50.3	Poungparn (2003)
จังหวัดพังงา ประเทศไทย	62.2	28.0	Poungparn (2003)
ประเทศโดมินิกัน	233.0	-	Sherman และคณะ (2003)
ประเทศเฟรนช์กายานา	122.2	-	Fromard และคณะ (1998)
ประเทศปานามา	279.2	306.2	Golley และคณะ (1975)
ประเทศเคนยา	249.0	-	Slim และคณะ (1996)
เกาะอันดามัน ประเทศอินเดีย	214.0	-	Mall และคณะ (1991)
ประเทศศรีลังกา	240.0	-	Amarasinghe และ Balasubramaniam (1992)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4.2 รากฝอย (fine root)

รากฝอยเป็นรากที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร มีหน้าที่ในการดูดและลำเลียงน้ำ (absorption and transportation) เป็นแหล่งสะสมคาร์บอนที่สำคัญ โดยคาร์บอนจะถูกลำเลียงจากส่วนเหนือดินของพืช สู่ระบบรากระหว่างที่รากเจริญเติบโต และถูกถ่ายทอดไปยังพื้นดินผ่านทางซากของราก (root litter) (Ostonen และคณะ, 2005) ดังนั้น รากฝอยจึงเป็นส่วนสำคัญของระบบรากในวัฏจักรหมุนเวียนธาตุอาหาร และคาร์บอนใต้ดิน (Trumbore และ Gaudinski, 2003) ซึ่งดังที่กล่าวมาข้างต้นมวลชีวภาพรากฝอยเป็นสัดส่วนประมาณ 46.4-72.3% ของปริมาณรากทั้งหมดของป่าชายเลน (Tabuchi และคณะ, 1983; Komiyama และคณะ, 1987) แต่ก็ได้มีการรายงานว่าช่วงอายุของรากฝอยค่อนข้างสั้น เนื่องจากมีขนาดเล็กและมักถูกทำลายโดยสัตว์ในดิน (Janssens และคณะ, 2002) รากฝอยจึงต้องสร้างรากใหม่ทดแทนรากที่ตายไปให้มีมวลชีวภาพเท่าเดิม ซึ่งจากการศึกษาของ ปวรย์ ปาจิตร์ (2551) ถึงอัตราการเวียนกลับของรากฝอยในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด พบว่าอัตราการเวียนกลับของรากฝอยในป่าชายเลนมีค่าประมาณ 3.17-8.19 รอบต่อปี ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาอัตราการเวียนกลับของรากฝอยในป่าชนิดอื่น ๆ จากการศึกษาของ Xiao และคณะ (2008) ศึกษาอัตราการเวียนกลับของรากฝอยในป่า Asia white birch ประเทศจีน พบว่ามีอัตราการเวียนกลับของรากฝอยเท่ากับ 0.51 รอบต่อปี ในป่า Norway spruce ที่ประเทศเอสโตเนีย เท่ากับ 1.4 รอบต่อปี (Ostonen และคณะ, 2005) และในป่าเขตร้อนบนเทือกเขา ประเทศเอกวาดอร์ มีค่าประมาณ 0.72-1.30 รอบต่อปี (Gill และ Jackson, 2000) จึงอาจกล่าวได้ว่าอัตราการเวียนกลับของรากฝอยในป่าเขตร้อนมีค่ามากกว่าในป่าเขตอบอุ่น เนื่องจากผลของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้น รวมทั้งยังส่งผลต่อกระบวนการย่อยสลายด้วย ในกรณีของป่าชายเลนที่พบว่ามีอัตราการหายใจต่ำ (Lovelock, 2008; Poungparn และคณะ, 2009) และการย่อยสลายช้ากว่าป่าบก จึงทำให้รากที่ตายลงเหล่านั้นสะสมอยู่ในดินเป็นปริมาณมาก ซึ่งจากการศึกษาของ Tamooh และคณะ (2008) ได้ศึกษาปริมาณของซากรากในป่าชายเลนบริเวณอ่าว Gazi ประเทศเคนย่า พบว่าปริมาณของซากรากที่ความลึก 60 เซนติเมตรจากผิวดินของไม้สกุลโกงกาง สกุลลำพู และสกุลแสม มีปริมาณของซากรากประมาณ 32.6, 30.9 และ 10.3 ตันต่อแฮกแตร์ ตามลำดับ ขณะที่การศึกษาของซากรากที่ Huntington Forest รัฐนิวยอร์ค ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่ารากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0-5 มิลลิเมตร ที่ระดับความลึก 0-14 เซนติเมตร และ 14-28 เซนติเมตร มีปริมาณซากรากเท่ากับ 0.86 และ 0.31 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ (Burke และ Raynal, 1994) จึงเห็นได้ว่าปริมาณของซากรากในป่าชายเลนมีปริมาณสูงเมื่อเทียบกับปริมาณของซากรากในป่าชนิดอื่นของโลก

2.5 การย่อยสลายของซากพืช

2.5.1 การย่อยสลายของซากพืช

การย่อยสลายของซากพืชเป็นกลไกหลักที่สำคัญในการหมุนเวียนของธาตุอาหาร (Olson, 1963) โดยธาตุอาหารที่อยู่ในซากพืชนั้นจะถูกปลดปล่อยลงสู่พื้นป่าผ่านกระบวนการทำงานของจุลินทรีย์ในดินเพื่อหมุนเวียนแร่ธาตุกลับคืนสู่ดิน จากนั้นพืชจะดึงแร่ธาตุภายในดินขึ้นมาใช้ในการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิต (พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ, 2538) โดยกระบวนการย่อยสลายในระบบนิเวศป่าเขตร้อนจะเกิดขึ้นได้ดี เนื่องมาจากอุณหภูมิที่สูงเกือบตลอดทั้งปี อีกทั้งมีปริมาณความชื้นที่พอเหมาะแก่การทำงานของสิ่งมีชีวิต ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลาย (Walter, 1971) ส่งผลให้มีการย่อยสลายได้ดีกว่าป่าเขตอื่น ๆ (Tripatni และ Singh, 1992) นอกจากนี้เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นการย่อยสลายก็เพิ่มขึ้นด้วย (Hogg และคณะ, 1992, Chimner และ Ewel, 2005) อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นในดินแต่ละฤดูกาลยังส่งผลต่อการย่อยสลายในส่วนใต้พื้นดิน ในขณะที่องค์ประกอบทางเคมีในซากพืชก็มีผลต่อการย่อยสลายได้เช่นกัน โดย Swift และคณะ (1979) และ Hirobe และคณะ (2004) พบว่าการย่อยสลายจะเกิดขึ้นช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับคุณภาพของซากพืช ที่สะสมอยู่ในป่าแต่ละประเภท Tupacz และคณะ (1990) พบว่าหากในซากพืชมีปริมาณความเข้มข้นของ lignin cellulose tanic acid และอัตราส่วนของ C:N ratio สูงจะเป็นตัวขัดขวางการย่อยสลายให้เกิดขึ้นช้า

สำหรับการย่อยสลายซากพืชในป่าชายเลนมักจะเกิดขึ้นช้า โดยเฉพาะในส่วนใต้ดินมีอัตราการย่อยสลายช้ากว่าซากพืชที่อยู่เหนือพื้นดิน (Hackney และ De La Cruz 1980; Van der Valk และ Attiwill 1984; McKee และ Faulkner 2000; Middleton และ McKee 2001) เนื่องจากมีปัจจัยหลายประการที่มีผลต่อการย่อยสลาย เช่น ลักษณะของดิน กล่าวคือลักษณะของดินในป่าชายเลนเป็นดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอน การกัดเซาะชายฝั่ง หรือการพังทลายของดินบนภูเขาที่ไหลมาตามแม่น้ำ ลำคลอง ซึ่งลักษณะของดินและความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารแต่ละบริเวณมีความแตกต่างกันตามลักษณะของพื้นที่นั้น ๆ โดย Maria และคณะ (2002) พบว่าในดินที่มีปริมาณของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถันสูง มีผลทำให้เซลลูโลสถูกย่อยสลายได้ง่าย Feller และคณะ (1999) พบว่าในดินที่มีปริมาณธาตุอาหารสูง การย่อยสลายของซากพืชในดินก็สูงขึ้นด้วย นอกจากนี้การขึ้นลงของน้ำที่มีความแตกต่างกัน ส่งผลให้ช่วงเวลาของพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมในป่าชายเลนนั้นไม่สม่ำเสมอกัน ทำให้การย่อยสลายที่เกิดขึ้นจึงแตกต่างกัน โดย Chimner และ Ewel (2005) พบว่าพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมสูงจะทำให้ดินอยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจน (anaerobic) มีอัตราการย่อยสลายของซากพืชช้า และในพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมเป็นประจำมีอัตราการย่อยสลายของซากพืชได้ดีกว่าพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมบางฤดูกาล

แต่การศึกษาอัตราการย่อยสลายในป่าชายเลน เท่าที่มีรายงานมาจนถึงปัจจุบัน ส่วนมากจะมุ่งเฉพาะส่วนของซากพืชที่อยู่เหนือพื้นดิน (Twilley และคณะ, 1986, 1997; Mackey และ Smail, 1996) เช่น ใบ ดอก ผล เป็นต้น โดย Twilley และคณะ (1986) ศึกษาผลผลิตของซากพืชในป่าชายเลน ทางตะวันตกเฉียงใต้ของรัฐฟลอริด้า ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าการย่อยสลายจะสูงขึ้นเมื่อการท่วมของน้ำมีความถี่มากขึ้น เช่นเดียวกับการมีปริมาณของไนโตรเจนสูงและมีค่า C:N ratio ต่ำ Mackey และ Smail (1996) ได้เปรียบเทียบการย่อยสลายของใบและกิ่งของแสมทะเล (*Avicennia marina*) ในป่าชายเลนช่วงฤดูร้อนกับฤดูหนาว ในพื้นที่ที่มีระดับน้ำท่วมสูงและต่ำ บริเวณ Bulwer Island รัฐ Queensland ประเทศออสเตรเลีย พบว่าอัตราการย่อยสลายของใบและกิ่งต่างกัน เมื่อระดับน้ำท่วมต่างกัน ขณะที่ในฤดูร้อนมีอัตราการย่อยสลายสูงกว่าในฤดูหนาว

2.5.2 การย่อยสลายของซากราก (root litter decomposition)

สำหรับการย่อยสลายที่เกิดขึ้นใต้พื้นดินในป่าชายเลนมีการศึกษาน้อยมาก เมื่อเทียบกับการศึกษาในส่วนเหนือพื้นดิน โดยอาจจะมีปัจจัยทางสภาพแวดล้อมเป็นตัวควบคุมการย่อยสลาย เช่น อุณหภูมิของดินและน้ำ ความชื้น รวมถึงจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในดินพวกแบคทีเรีย เชื้อรา และสาหร่าย เป็นต้น

การศึกษาการย่อยสลายของราก Tupacz และคณะ (1990) เปรียบเทียบวิธีการศึกษาการย่อยสลายของรากที่ใช้ core method และ litterbag ที่บริเวณ Flooded Swamp ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่ารากที่ศึกษาโดยใช้ core method จะมีอัตราการย่อยสลายได้สูงกว่ารากที่ใส่ใน litter bag แต่การใช้ core method จะไม่มีประสิทธิภาพกับรากที่มีขนาดมากกว่า 5 มิลลิเมตร ซึ่งวิธีการทั้งสองพบว่าการสลายตัวของรากจะลดลงเมื่อมีระดับความลึกมากขึ้น

ขณะที่การศึกษาการย่อยสลายของรากในระบบนิเวศป่าชนิดอื่นในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลกก็มีการศึกษากันไม่กว้างขวางนัก โดย Whendee และคณะ (2001) ได้รวบรวมการศึกษารูปแบบการย่อยสลายของรากในบริเวณละติจูดระหว่าง 4°N ถึง 66°N และได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 รูปแบบตามลักษณะรูปชีวิต (life form) ของพืชชนิดนั้น ดังนี้ graminoid conifer และ broadleaf ซึ่งพบว่ารากพืชประเภท conifer มีการย่อยสลายช้าที่สุด เนื่องจากมีปริมาณของแคลเซียมและไนโตรเจนต่ำที่สุด แต่มีอัตราส่วนของ C:N ratio และ lignin:N ratio สูงที่สุด Usman และคณะ (1999) ศึกษาการย่อยสลายของรากฝอยของพืชในป่าโอ๊คและป่าสน ทางตอนกลางของเมืองฮิมาลายา ประเทศอินเดีย พบว่ารากของพืชในป่าโอ๊คมีอัตราการย่อยสลายเร็วกว่ารากของพืชในป่าสน และการย่อยสลายจะเร็วขึ้นเมื่อปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในรากสูง โดยเฉพาะความเข้มข้นของไนโตรเจนที่จะเป็นตัวควบคุมอัตราการย่อยสลาย (Waksman และ Tenney, 1928; Bocock, 1964; Witkamp, 1966; Pandey และ Singh,1982; Fahey และคณะ,

1988) Keplin และ Huttl (2001) ศึกษาการย่อยสลายของซากรากในป่าสน ที่เมือง Bradenburg ประเทศเยอรมัน พบว่ารากสนจะมีการย่อยสลายได้มากเมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมสูง สำหรับในป่าเขตร้อน Fujimaki และคณะ (2008) ได้ศึกษาการย่อยสลายของรากฝอยในป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest) และป่าเต็งรัง (Dry deciduous forest) ที่บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา พบว่ารากของพืชในป่าดิบแล้งมีอัตราการย่อยสลายได้เร็วกว่าในป่าเต็งรัง เนื่องจากมีอัตราส่วนของ C:N ratio acid-insoluble:N และปริมาณของคาร์โบไฮเดรตต่ำ แต่มีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าในป่าเต็งรัง และยังพบว่าอัตราการย่อยของรากในป่าเขตร้อนเมื่อเทียบกับส่วนของใบ การย่อยสลายของรากจะย่อยสลายได้ช้ากว่าส่วนของใบ (Takeda และ Tian, 2003) Hackney และคณะ (1980) ได้ศึกษาการย่อยสลายของรากที่ Marsh Island บริเวณชายฝั่ง Mississippi Gulf ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่ารากถูกย่อยสลายได้มากที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร และไม่พบการย่อยสลายของรากที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร เช่นเดียวกันกับปริมาณของไฮโดรเจน คาร์บอน ฟอสฟอรัส และไนโตรเจน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงของการศึกษา Poret และคณะ (2007) ได้ศึกษาการย่อยสลายของรากในป่าชายเลนบริเวณ Everglades รัฐฟลอริด้า ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าอัตราการย่อยสลายในดินที่มีปริมาณของฟอสฟอรัสต่ำ และช่วงของน้ำขึ้นที่ยาวนานจะมีอัตราการย่อยสลายช้า ซึ่งสภาพแวดล้อมของดินมีผลอย่างมากต่อการย่อยสลายของรากในดินและมีผลมากกว่าคุณภาพของรากด้วย

จุลินทรีย์ในดินที่สำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลาย ได้แก่ แบคทีเรียและรา ซึ่งการศึกษาแบคทีเรียในดินของป่าชายเลนมีการศึกษาน้อยมาก Agate (1984) ศึกษาแบคทีเรียในดินของป่าชายเลนในประเทศไทยพบว่า แบคทีเรียในป่าชายเลนมีทั้งที่เป็นพวก autotrophic และ heterotrophic โดยแบคทีเรียชนิดที่สำคัญที่เป็นพวก autotrophic คือ *Thiobacillus thiooxidans* และ *T. ferrooxidans* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแบบที่ใช้ออกซิเจน ส่วนแบคทีเรียแบบไม่ใช้ออกซิเจนที่สำคัญได้แก่ *Desulfovibrio desulfuricans* ขณะที่แบคทีเรียจำพวก heterotrophic ได้แก่ *Bacillus stearothermophilus*, *B. megaterium*, *B. macerans*, *B. firmus*, *Staphylococcus sp.*, *Micrococcus varians, M. luteus, Phanococcus sp.*, *Proteus vulgaris*, *P. mirabilis* และ *Citrobacter sp.* เป็นต้น

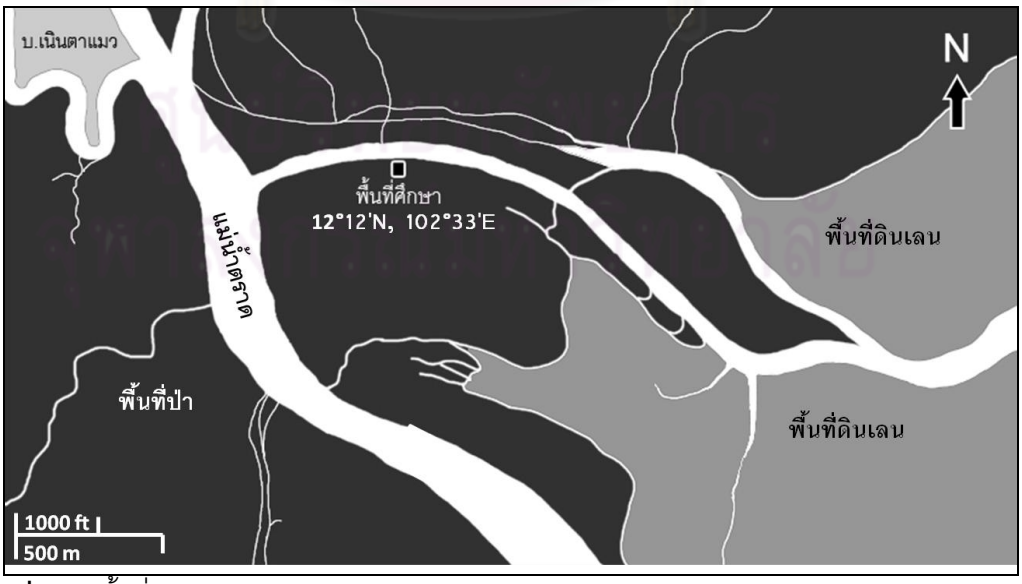
บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 ลักษณะพื้นที่ที่ทำการศึกษา

3.1.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเป็นป่าชายเลนรุ่นสองริมฝั่งคลองบริเวณปากแม่น้ำตราด (12°12´N, 102°33´E) ในเขตของศูนย์การเรียนรู้และพัฒนาป่าชายเลนที่ 1 (ตราด) ตำบลวังกระแจะ อำเภอเมือง จังหวัดตราด ภายใต้การปกครองของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (ภาพที่ 3.1)

ในอดีตที่ผ่านมาพื้นที่แห่งนี้เป็นป่าชายเลนที่มีความอุดมสมบูรณ์ ทางรัฐบาลจึงได้อนุญาตให้ประชาชนในจังหวัดได้เข้ามาทำไม้เพื่อเผาถ่านตลอดมา เริ่มตั้งแต่การอนุญาตรายย่อยจนถึงปัจจุบันเป็นการอนุญาตแบบให้สัมปทาน นอกจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลนเพื่อเผาถ่านโดยถูกต้องตามกฎหมายแล้ว ยังมีการลักลอบตัดไม้หวงห้ามและตั้งเตาเผาถ่านโดยไม่ได้รับอนุญาต การสร้างบ้านเรือนและชุมชน การตัดถนนผ่านป่าชายเลน การทำการเกษตร การใช้ไม้ทำอุปกรณ์ทางการประมง รวมทั้งการทำนากุ้งที่เพิ่มมากขึ้นมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2526 ทำให้พื้นที่ป่าชายเลนบริเวณนี้มีสภาพเสื่อมโทรมลง จนกระทั่งได้มีหน่วยงานรัฐบาลด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ กรมป่าไม้ ได้เข้ามาจัดทำโครงการพัฒนาพื้นที่ป่าชายเลนเขตอนุรักษ์ขึ้นเพื่อเป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าชายเลน แหล่งอนุรักษ์และช่วยเหลือการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติ การเพาะชำกล้าไม้ป่าชายเลน การฟื้นฟูสภาพป่าชายเลน รวมทั้งเป็นสถานที่ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับป่าชายเลนเพื่อประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศป่าชายเลน



ภาพที่ 3.1 พื้นที่ศึกษาบริเวณป่าชายเลนรุ่นสองจังหวัดตราด

3.1.2 ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้น มีฝนตกชุกเกือบตลอดปี แบ่งเป็น 3 ฤดู ดังนี้

- ฤดูหนาว มีเพียงระยะเวลาสั้น ๆ ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์
- ฤดูร้อน อยู่ระหว่างเดือนมีนาคม และเดือนเมษายน
- ฤดูฝน อยู่ในช่วงเดือน พฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม

สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไป อากาศค่อนข้างร้อน อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26 - 29 องศาเซลเซียส ฤดูฝนช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งจะมีฝนตกหนักโดยตลอด มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณ 79-80 เปอร์เซ็นต์ต่อปี และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521-2552 (ภาพที่ 3.2)

3.2 การศึกษาโครงสร้างป่า

3.2.1 การเลือกพื้นที่ศึกษาโครงสร้างป่า

เลือกใช้พื้นที่ศึกษาบริเวณแปลงศึกษาถาวรขนาด 50x120 ตารางเมตร ในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด (ภาพที่ 3.3)

3.2.2 การวางแปลงศึกษาตัวอย่างย่อยในแปลงศึกษาถาวร

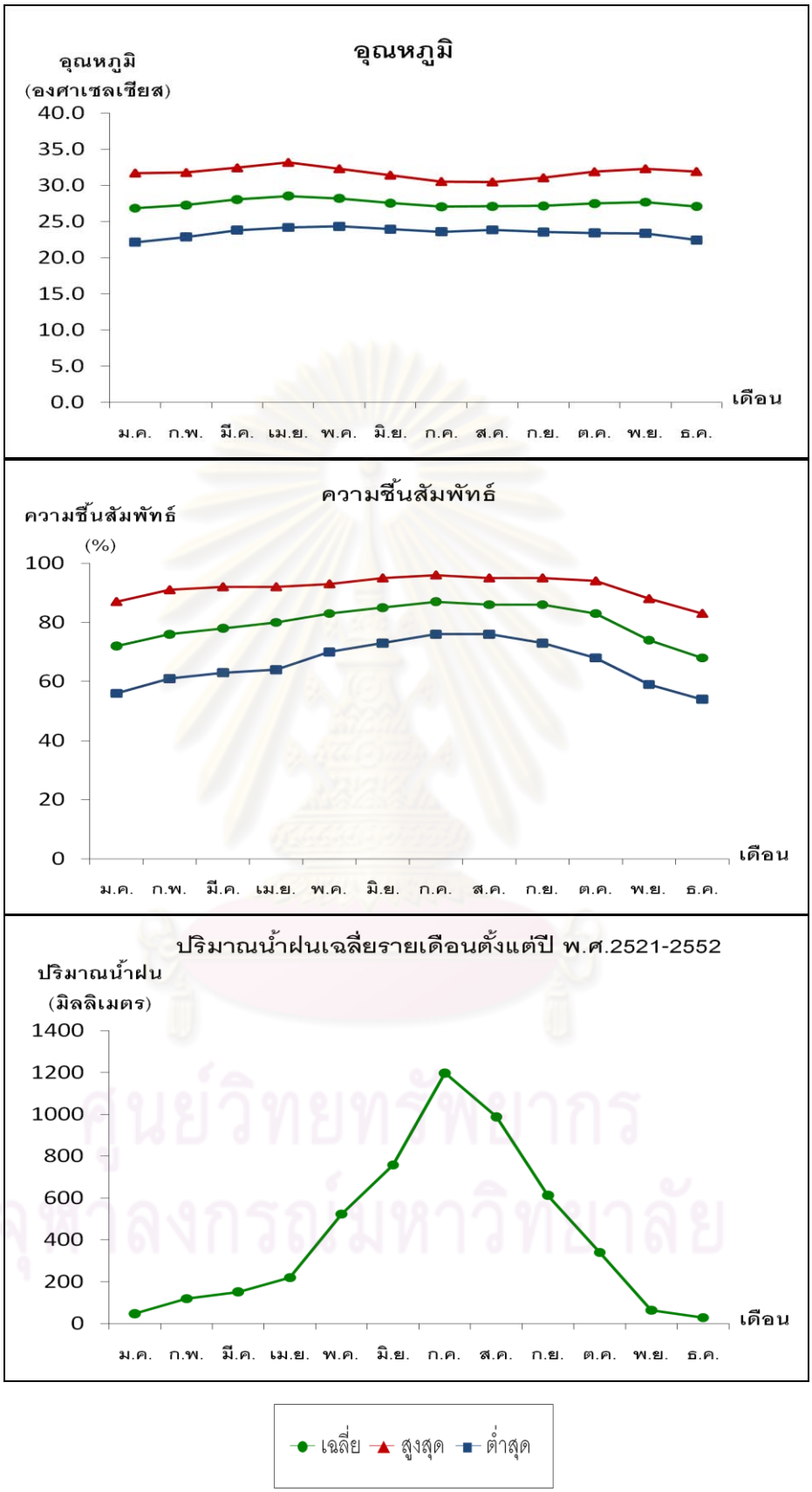
วางแปลงตัวอย่างย่อยขนาด 10x10 ตารางเมตร ในแปลงศึกษาถาวรขนาด 50x120 ตารางเมตร ยาวตั้งฉากกับแนวคลอง มีจำนวนแปลงย่อยทั้งหมด 60 แปลง (ภาพที่ 3.3)

3.2.3 การบันทึกข้อมูลโครงสร้างป่า

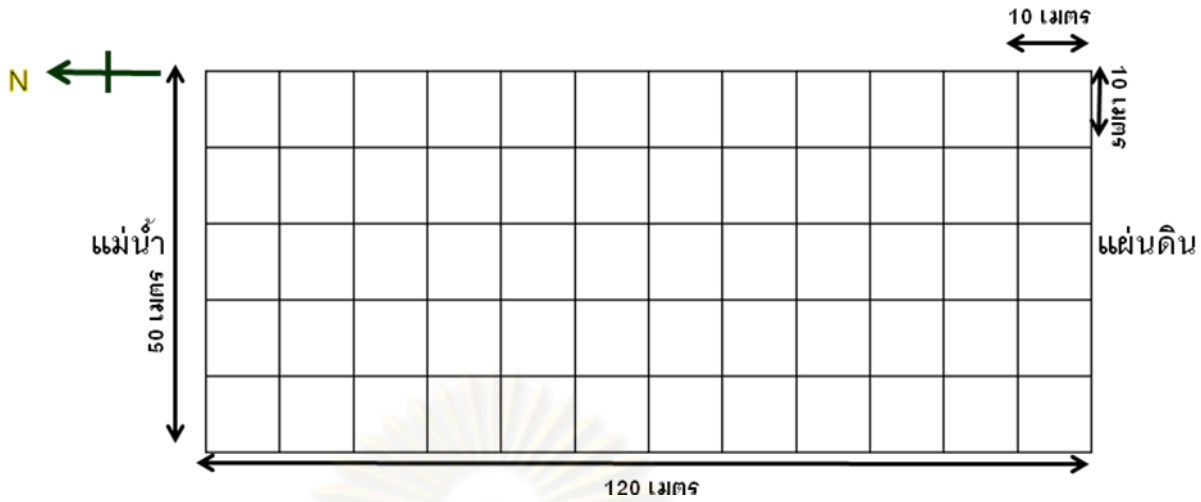
3.2.3.1 ติดหมายเลขต้นไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป ที่ระดับความสูง 1.3 เมตร (Diameter at breast height; DBH) ในแปลงศึกษาย่อยทั้งหมด จำแนกชนิดและนับจำนวนพันธุ์ไม้

3.2.3.2 วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (DBH) โดยใช้ Diameter tape ที่ระดับความสูง 1.3 เมตร หากเป็นพืชสกุลโกงกาง (*Rhizophora* sp.)จะใช้ค่า $D_{R0.3}$ โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ 0.3 เมตร เหนือรากค้ำยันสูงที่สุดที่หยั่งถึงพื้นดิน

3.2.3.3 ระบุตำแหน่งและจัดทำแผนที่พันธุ์ไม้



ภาพที่ 3.2 แสดงข้อมูลสภาพภูมิอากาศของจังหวัดตราด ในรอบ 30 ปี พ.ศ. 2521-2552 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552)



ภาพที่ 3.3 แปลงศึกษาถาวรขนาด 50x120 ตารางเมตร บริเวณป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลโครงสร้างป่า

ทำการแบ่งเขตพันธุ์พืชจากการคำนวณค่าความถี่สัมพัทธ์ ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ค่าความเด่นสัมพัทธ์ และค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดในแปลงศึกษาย่อย 5 แปลงที่ขนานกับแม่น้ำทุก ๆ ระยะ 10 เมตร โดยเริ่มจากบริเวณริมแม่น้ำจนลึกเข้าไปยังด้านในของป่า จากนั้นจึงกำหนดเขตพันธุ์พืชจากค่าดัชนีความสำคัญของพืชที่มีค่ามากที่สุด

3.2.4.1 ค่าความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency หรือ RF)

$$\text{ค่าความถี่สัมพัทธ์(\%)} = \frac{\text{ค่าความถี่ของพืชชนิดนั้น x 100}}{\text{ผลรวมของค่าความถี่ของพืชทุกชนิด}}$$

$$\text{โดยความถี่ของพืชชนิด A} = \frac{\text{จำนวนแปลงที่พบพืชชนิดนั้น x 100}}{\text{จำนวนแปลงที่ศึกษาทั้งหมด}}$$

3.2.4.2 ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density หรือ RD)

$$\text{ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์(\%)} = \frac{\text{ค่าความหนาแน่นของพืช A x 100}}{\text{ผลรวมของค่าความหนาแน่นของพืชทุกชนิด}}$$

$$\text{โดยความหนาแน่นของพืชชนิด A} = \frac{\text{จำนวนต้นทั้งหมดของพืช A}}{\text{พื้นที่แปลงศึกษาทั้งหมด}}$$

3.2.4.3 ค่าความเด่นสัมพัทธ์ (Relative Dominance หรือ RDo)

$$\text{ค่าความเด่นสัมพัทธ์(\%)} = \frac{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพืชชนิดนั้น x 100}}{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพืชทุกชนิด}}$$

$$\text{โดยความเด่นสัมพัทธ์ของพืชชนิด A} = \frac{\text{ผลรวมการปกคลุมเรือนยอดของพืช A x 100}}{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพืชทุกชนิด}}$$

โดยความเด่นสัมพัทธ์ของพืชชนิด A = ผลรวมการปกคลุมเรือนยอดของพืชชนิด A

หรือ = ผลรวมพื้นที่หน้าตัดของชนิด A

3.2.4.4 ค่าดัชนีความสำคัญ (Important Value of Index; IVI)

เป็นค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศ เป็นค่าที่ใช้แสดงถึงความสำเร็จในการครอบครองพื้นที่นั้น หากพันธุ์พืชใดมีค่าดัชนีความสำคัญสูง แสดงว่าพันธุ์ไม้นั้นเป็นไม้เด่นและมีความสำคัญ

ค่าดัชนีความสำคัญ = ผลรวมของความถี่สัมพัทธ์ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ และความเด่นสัมพัทธ์

หรือ = RF + RD + RDo

3.3 ศึกษาการกระจายของปริมาณซากรากฝอยตามระดับความลึก

3.3.1 ศึกษาการกระจายของซากรากฝอยตามแนวลึกใน 3 เขตพันธุ์พืช

ใช้วิธีที่ดัดแปลงมาจากการศึกษาการกระจายของรากด้วยวิธี Coring (Saintilan, 1997) โดยใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร สุ่มเจาะลงในดินให้ปลายท่อด้านบนเสมอกับผิวดินจำนวน 10 จุดต่อเขตพันธุ์พืชในแปลงศึกษาถาวร จากนั้นแบ่งดินเป็นส่วนย่อย 3 ส่วน ส่วนละ 10 เซนติเมตร (ภาพที่ 3.4) นำมาล้างและแยกรากที่ตายออกจากรากมีชีวิต โดยพิจารณารากที่ตาย (dead root) จากการจมน้ำ มีสีน้ำตาลเข้มหรือดำและฝ่อ (Middleton และ McKee, 2001) นำไปอบที่อุณหภูมิ 85ºC จนน้ำหนักคงที่ ชั่งหาน้ำหนักแห้งเพื่อนำไปคำนวณการกระจายของซากรากทั้งหมด ที่ถูกสะสมอยู่ในแต่ละระดับความลึกใน 3 เขตพันธุ์พืช

นอกจากนี้ทำการจำแนกและบันทึกจำนวนสัตว์ในดินที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Macro fauna) หากพบในขณะที่ล้างตัวอย่างดินแต่ละส่วนที่เก็บมาจากทั้ง 3 เขตพันธุ์พืช

3.4 ศึกษาการย่อยสลายของซากรากฝอย (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) ใน 3 เขตพันธุ์พืช

3.4.1 เก็บตัวอย่างรากฝอย

เก็บตัวอย่างรากสดบริเวณใกล้เคียงกับแปลงศึกษา (ภาพที่ 3.5) แล้วนำรากที่ได้มาล้างให้สะอาดและเลือกเฉพาะรากฝอยที่มีชีวิต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร โดยรากที่มีชีวิตจะลอยน้ำ สด อวบ มีสีอ่อน เช่นสีขาว สีครีม รวมถึงเนื้อเยื่อภายในรากยังคงเป็นสีขาว (Middleton และ McKee, 2001) ขณะที่รากตายมีสีดำ และจมน้ำ (ภาพที่ 3.6)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.2 เตรียมตัวอย่างซากรากฝอยสำหรับการศึกษาการย่อยสลาย

3.4.2.1 นำรากฝอยที่เตรียมไว้จากข้อ 3.4.1 มาผึ่งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (air dried) (ภาพที่ 3.7) จากนั้นนำตัวอย่างรากโดยประมาณ 1.00 กรัม (ดัดแปลงจาก Middleton และ McKee, 2001) ใส่ในถุงตาข่ายไนลอนขนาดตาข่าย 1 มิลลิเมตร (ภาพที่ 3.8) ขนาดถุง 7x7 เซนติเมตร จำนวน 90 ถุงต่อเขตพันธุ์พืช โดยเย็บปิดปากถุงตาข่ายไนลอนให้สนิทด้วยสายเอ็นไนลอน จากนั้นนำตัวอย่างรากประมาณ 1.00 กรัม ชนิดละ 10 ซ้ำ นำไปอบที่อุณหภูมิ 85ºC จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้ง เพื่อนำไปคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของสัดส่วนระหว่างน้ำหนักที่อบแห้งต่อน้ำหนักรากสดที่ผ่านการผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งจะใช้ในการแปลงน้ำหนักสดที่ผ่านการผึ่งแห้งให้เป็นน้ำหนักอบแห้งของรากที่เหลือจากการย่อยสลายในแต่ละครั้ง

3.4.2.2 นำถุงตาข่ายไนลอนที่บรรจุรากใส่ในแผ่นตาข่ายพลาสติก ที่มีขนาดตาข่าย กว้างxยาว ประมาณ 4 ตารางมิลลิเมตร ขนาดกว้าง 21 เซนติเมตร มีความยาว 30 เซนติเมตร แล้วนำมาพับครึ่งนำถุงตาข่ายไนลอนใส่ลงไปที่ระยะ 5 และ 20 เซนติเมตร (Poret และคณะ, 2007) จากปลายแผ่นตาข่ายพลาสติกด้านบน แล้วยึดให้แน่นด้วยสายเอ็นไนลอน จากนั้นนำตะเกียบพลาสติกใส่เข้าไปทั้งสองด้านของแผ่นตาข่ายพลาสติก แล้วมัดตะเกียบกับแผ่นตาข่ายพลาสติกให้แน่นด้วยสายเอ็นไนลอนอีกครั้ง (ภาพที่ 3.9)

3.4.3 ฝังแผ่นตาข่ายพลาสติกที่มีถุงตาข่ายไนลอนที่บรรจุซากรากฝอยในแปลงย่อยที่กำหนดไว้

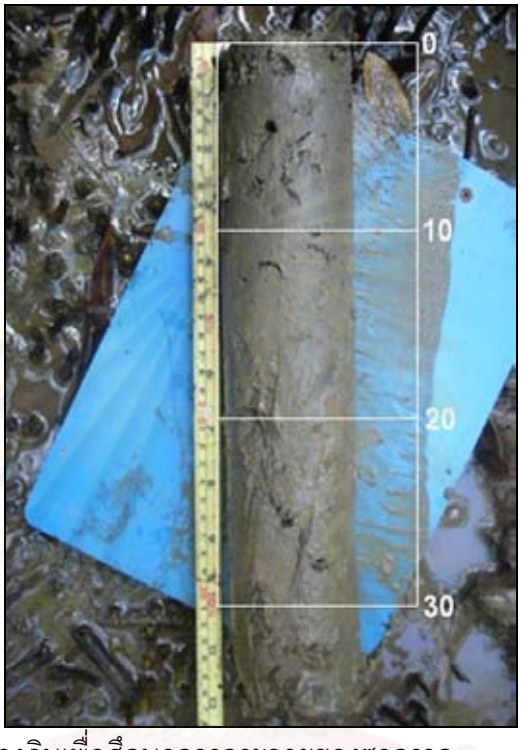
นำแผ่นตาข่ายพลาสติกที่มีถุงบรรจุรากฝอย ไปฝังลงในบริเวณแปลงย่อยที่กำหนดไว้ใน 3 เขตพันธุ์พืช โดยฝังในแนวตั้งให้ปลายแผ่นพลาสติกด้านบนเสมอกับพื้นดิน (ภาพที่ 3.10) โดยฝังแผ่นตาข่ายพลาสติก 3 จุด(จำนวนซ้ำ)ต่อเขตพันธุ์พืช จำนวนจุดละ 15 อัน ซึ่งเท่ากับจำนวนครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างที่เหลือจากการย่อยสลายมาชั่งน้ำหนักที่เหลือและวิเคราะห์ผล

3.4.4 เก็บตัวอย่างซากรากที่เหลือจากการย่อยสลาย

เก็บตัวอย่างรากที่เหลือจากการย่อยสลาย เมื่อระยะเวลาการฝังผ่านไป 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48 และ 52 สัปดาห์ ตามลำดับ รวมทั้งหมด 15 ครั้ง ครั้งละ 3 อันต่อเขตพันธุ์พืช ตัดเอาเฉพาะถุงตาข่ายไนลอนที่บรรจุรากฝอยที่ผ่านการย่อยสลายในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่าง นำไปแยกเอาเศษดินออก โดยผ่านตะแกรงสแตนเลสตาถี่ขนาด 250 ไมโครเมตร (Endecotts Ltd. London, England) แล้วนำตัวอย่างรากที่เหลือจากการย่อยสลายไปอบที่อุณหภูมิ 85ºC เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่ นำมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้งของซากราก

3.4.5 วิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจน

นำตัวอย่างซากรากฝอยที่ใช้เริ่มต้นการทดลอง และที่เหลือจากการย่อยสลายในแต่ละครั้งของแต่ละเขตพันธุ์พืชประมาณ 1 กรัม มาบดให้ละเอียด จากนั้นนำไปวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจน ด้วยเครื่อง CN Analyzer (ภาพที่ 3.11)



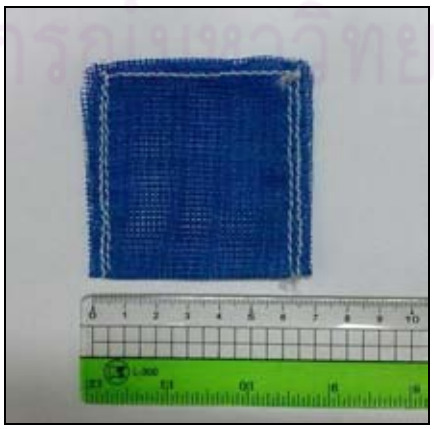
ภาพที่ 3.4 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อศึกษาการกระจายของซากราก

ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างรากจากบริเวณใกล้เคียงกับแปลงศึกษา แล้วนำมาคัดเลือกเฉพาะรากฝอย (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการย่อยสลายของซากรากฝอย

ภาพที่ 3.6 การล้างดินด้วยตะแกรงสแตนเลสตาถี่ขนาด 250 ไมโครเมตร เพื่อแยกรากที่มีชีวิตและรากตาย

รากฝอยแสมขาว **รากฝอยโกงกาง** **รากฝอยตะบูนขาว**

ภาพที่ 3.7 รากฝอยของแสมขาว (*Avicennia alba*) โกงกาง (*Rhizophora* sp.) และตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum*)



ภาพที่3.8 ถุงตาข่ายไนลอนขนาดตาข่าย 1 มิลลิเมตร

ภาพที่ 3.9 แผ่นตาข่ายพลาสติกที่มีถุงไนลอนบรรจุรากฝอยที่ระยะ 5 และ 20 เซนติเมตร จากปลายด้านบน

ภาพที่ 3.10 การฝังแผ่นตาข่ายพลาสติกที่มีถุงตาข่ายไนลอนที่บรรจุซากรากฝอยในแปลงย่อยที่กำหนดไว้

3.5 ศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการย่อยสลายของรากฝอย

3.5.1 อุณหภูมิของดิน

วัดอุณหภูมิของดิน โดยทำการติดตั้ง Temperature Data Logger แบบกันน้ำ (TidbiT v2 Temp logger, Onset Computer Co., Ltd.) (ภาพที่ 3.12) เพื่อบันทึกอุณหภูมิดินทุก ๆ 30 นาทีที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร โดยเลือกฝัง 1 จุดต่อเขตพันธุ์พืช ทั้งหมด 3 เขตพันธุ์พืช รวมทั้งอุณหภูมิน้ำและอากาศด้วย ระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึงวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552

3.5.2 ความลาดชันของพื้นที่

วัดความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ในแปลงศึกษาถาวร โดยใช้เครื่องมือ Instrument Siteline Builders Level (ภาพที่ 3.13) เพื่อวัดความลาดชันของพื้นที่ตามแนวตั้งฉากกับแม่น้ำในแปลงศึกษาถาวร เริ่มวัดความสูงของพื้นที่ในช่วงน้ำลงต่ำสุดจากจุดอ้างอิงบริเวณริมแม่น้ำลึกเข้าไปในป่าด้านใน โดยวัดทั้งในแนวตามยาวและตามขวางกับแม่น้ำทุก ๆ 10 เมตร จากนั้นนำมาคำนวณความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่โดยเปรียบเทียบกับจุดอ้างอิง (datum point) ไปจนครบทุกจุดในแปลง

3.5.3 ช่วงเวลาที่พื้นที่ศึกษาถูกน้ำท่วม

เก็บข้อมูลจากระยะเวลาที่น้ำลงต่ำสุดจนถึงน้ำขึ้นสูงสุด ในแต่ละเขตพันธุ์พืช ทั้งช่วงน้ำเกิด (spring tide) และน้ำตาย (neap tide) ในฤดูแล้ง และฤดูฝน จำนวน 3 ครั้ง เริ่มวัดเมื่อน้ำเริ่มขึ้นไปเรื่อย ๆ จนไปถึงด้านในของป่า โดยจะบันทึกหมายเลขของต้นไม้ที่บริเวณขอบน้ำขึ้นไปถึงทุก ๆ 15 นาที จนกระทั่งน้ำเริ่มลง จากนั้นนำเวลาที่บันทึกได้มาคำนวณหาระยะเวลาที่แต่ละเขตพันธุ์พืชถูกน้ำท่วม โดยหาผลรวมของระยะเวลาที่น้ำท่วมจากจุดเริ่มต้นจนถึงด้านในของแต่ละเขตพันธุ์พืชแล้วมาเทียบกับการขึ้นลงของน้ำในหนึ่งรอบ

3.5.4 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

3.5.4.1 เก็บตัวอย่างดินโดยใช้ soil core สุ่มเจาะ 3 จุดต่อเขตพันธุ์พืช มีความลึกจุดละ 30 ซม. จากนั้นแบ่งดินออกเป็น 2 ส่วน ส่วนละ 15 เซนติเมตร นำดินแต่ละส่วนมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม (air dry) บดให้ละเอียดโดยใช้ครกกระเบื้อง (Porcelain mortar) แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาดตาถี่ 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำมาวิเคราะห์สัดส่วนอนุภาคดินด้วยวิธี Hydrometer (Bouyoucos, 1926) แล้วนำสัดส่วนที่ได้พิจารณาชนิดของดินจากแผนภูมิสามเหลี่ยมจำแนกชนิดของดิน (Fanning, 1989) (ภาพที่ 3.14)

3.5.4.2 วัดค่า pH และความเค็มของดิน โดยเก็บตัวอย่างดินด้วย soil core สุ่มเจาะ 3 จุดต่อเขตพันธุ์พืช มีความลึกจุดละ 30 ซม. นำดินแต่ละส่วนมาวัดค่า pH และความเค็มของดิน

3.5.4.3 วัดระดับของน้ำใต้ดินวัดจากผิวดิน โดยสุ่มเจาะหลุม 3 จุดต่อเขตพันธุ์พืช มีความลึกจุดละ 30 เซนติเมตร ในช่วงที่น้ำลงต่ำสุด จากนั้นใช้ไม้บรรทัดวัดระยะห่างระหว่างผิวดินกับขอบน้ำในดิน แล้วนำมาเปรียบเทียบระดับน้ำในดินแต่ละเขตพันธุ์พืช

3.5.5 ปริมาณน้ำฝน

ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา ปี พ.ศ. 2521-2552

3.6 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.6.1 การกระจายของปริมาณซากรากฝอยตามระดับความลึก

วิเคราะห์อิทธิพลของระดับความลึกและเขตพันธุ์พืชที่มีผลต่อการกระจายของมวลซากรากฝอย ด้วย One-Way ANOVA โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 17

3.6.2 การย่อยสลายของซากรากฝอย

เปรียบเทียบปริมาณซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายใน 3 เขตพันธุ์พืชที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตร ด้วย One-Way ANOVA โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 17

คำนวณอัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืชจากสมการ Two-stage model (McClaugherty และคณะ, 1984) ด้วยโปรแกรม Graphpad PRISM SOFTWARE

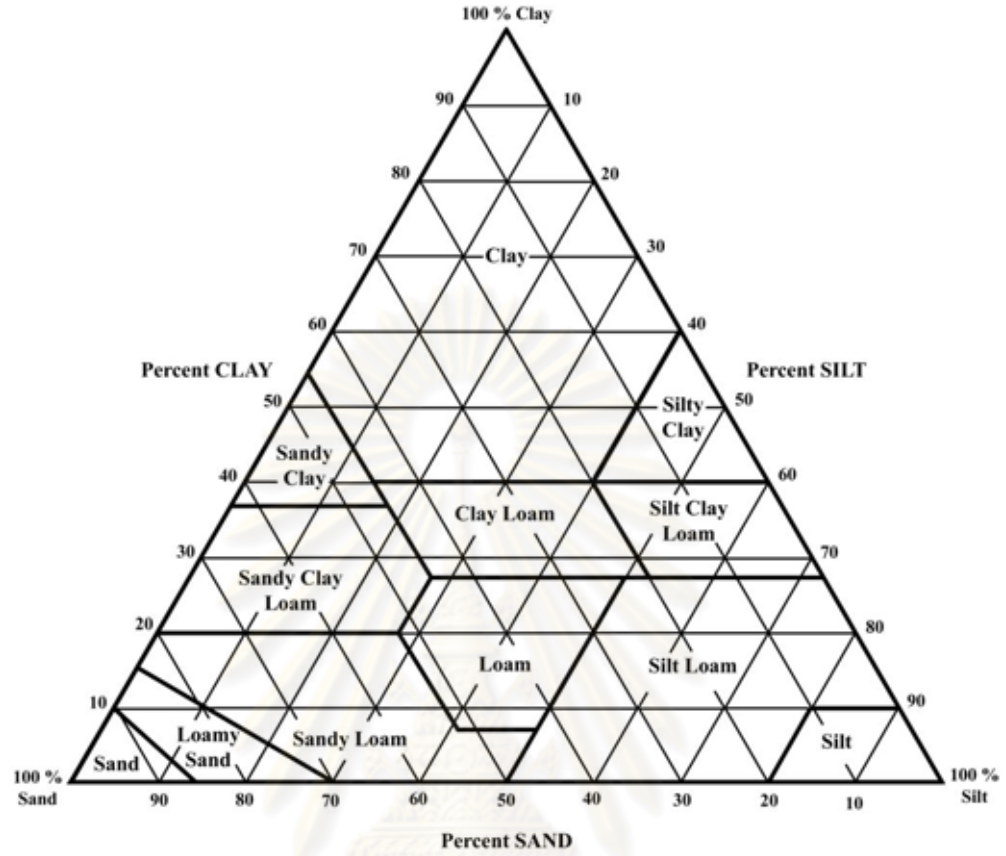
$$M(t)=A.e^{-a(t)}+(100-A).e^{-b(t)}$$

M(t) คือปริมาณของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายหลังเวลา t (สัปดาห์)
A คือเปอร์เซ็นของน้ำหนักแห้งที่ลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากที่มีการย่อยสลาย
a คือสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่หรืออัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยในช่วงที่มีการย่อยสลายเร็ว
b คือสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่หรืออัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยในช่วงที่มีการย่อยสลายช้า
t คือระยะเวลา (สัปดาห์)

ภาพที่ 3.11 เครื่อง CN Analyzer เพื่อวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในซากรากฝอย

ภาพที่ 3.12 Temperature Data Logger แบบกันน้ำ เพื่อบันทึกอุณหภูมิอากาศ น้ำ และดิน ทั้ง 3 เขตพันธุ์พืช

ภาพที่ 3.13 เครื่องมือ Instrument Siteline Builders Level เพื่อใช้วัดความลาดชันของพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 3.14 แผนภูมิสามเหลี่ยมจำแนกชนิดของดิน (Fanning, 1989)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 โครงสร้างป่า

ป่าชายเลนที่แปลงศึกษาถาวรขนาด 50x120 ตารางเมตร บริเวณปากแม่น้ำตราด (ภาพที่ 4.1) มีการแบ่งเขตพันธุ์พืชอย่างชัดเจนจากการคำนวณค่าดัชนีความสำคัญของพืชแต่ละชนิด ตั้งแต่บริเวณริมแม่น้ำจนถึงด้านในของป่าเข้าไปในแผ่นดิน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 เขตพันธุ์พืช คือ เขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.2)

4.1.1 เขตไม้แสม-ลำพู (*Avicennia-Sonneratia* zone)

ผลการวิเคราะห์เขตพันธุ์พืชในพื้นที่ศึกษา จากค่าดัชนีความสำคัญ (ตารางที่ 4.1) พบว่าที่ระยะ 0-10 เมตรจากแม่น้ำ พบว่าลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.)Engl.) มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุดเท่ากับ 108.80 และที่ระยะ 10-20 20-30 และ 30-40 เมตร พบว่าแสมขาว (*Avicennia alba* Blume) มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุดเท่ากับ 191.84 181.11 และ 211.45 ตามลำดับ จึงกำหนดให้พื้นที่ในบริเวณนี้เป็นเขตไม้แสม-ลำพู

เขตไม้แสม-ลำพูอยู่บริเวณด้านหน้าของแปลงศึกษาถาวรติดริมแม่น้ำ มีพื้นที่ประมาณ 2,000 ตารางเมตร มีพันธุ์ไม้เด่นที่พบมากในบริเวณนี้คือ แสมขาว (*A. alba*) และลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) อีกทั้งยังพบโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume) กระจายอยู่ด้วย มีความหนาแน่นของต้นไม้เท่ากับ 1,070.00 ต้นต่อเฮกแตร์ เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเฉลี่ย 12.48 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัดลำต้นรวมเท่ากับ 18.06 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ (ตารางที่ 4.2)

สภาพพื้นป่าในเขตไม้แสม-ลำพู พบระบบรากหายใจที่คล้ายแท่งดินสอที่เรียกว่า pneumatophores อยู่เหนือผิวดินในแนวตั้งฉากรอบ ๆ ลำต้น โดยพบได้ในพืชสกุลแสม (*Avicennia*) ซึ่ง pneumatophores มีความสูงไม่เกิน 30 เซนติเมตร และสกุลลำพู (*Sonneratia*) pneumatophores มีความสูงประมาณ 30-60 เซนติเมตร กระจายอย่างหนาแน่นอยู่บริเวณด้านหน้าที่ติดกับแม่น้ำ

4.1.2 เขตไม้โกงกาง (*Rhizophora* zone)

ผลการวิเคราะห์เขตพันธุ์พืชในพื้นที่ถัดจากเขตไม้แสม-ลำพูเข้ามาในแผ่นดิน จากค่าดัชนีความสำคัญ (ตารางที่ 4.1) ที่ระยะ 40-50 และ 50-60 เมตรจากแม่น้ำ พบว่าโกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุดเท่ากับ 137.74 และ 142.97 ที่ระยะ 60-70 70-80 80-90 และ 90-100 เมตร พบว่าโกงกางใบเล็ก (*R. apiculata*) มีค่าดัชนี

ความสำคัญมากที่สุดเท่ากับ 203.52 224.83 189.46 และ 146.41จึงกำหนดให้พื้นที่ในบริเวณนี้เป็นเขตไม้โกงกาง สำหรับในการศึกษาครั้งนี้

เขตไม้โกงกางอยู่ถัดเข้าไปในแผ่นดินจากเขตไม้แสม-ลำพู มีพื้นที่ประมาณ 3,000 ตารางเมตร พันธุ์ไม้เด่นที่พบมากในบริเวณนี้คือ โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata*) และโกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata* Poir.) อีกทั้งยังพบ แสมขาว (*A. alba*) ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* K.D. Koenig) โปรงแดง (*Ceriops tagal* C.B. Rob.) และพังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.) เจริญอยู่ในเขตนี้ โดยความหนาแน่นของต้นไม้เท่ากับ 1,840.01 ต้นต่อเฮกแตร์ เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเฉลี่ย 12.61 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัดลำต้นรวมเท่ากับ 26.44 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ (ตารางที่ 4.2)

สภาพพื้นป่าในเขตไม้โกงกางพบรากค้ำยัน (stilt roots) ของโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ที่เกิดบริเวณโคนลำต้น แล้วแตกสาขาโค้งลงดินเป็นจำนวนมาก ขณะที่ด้านในของเขตพันธุ์พืชนี้ยังพบรากที่มีลักษณะคล้ายเข่า (knee roots) ของพังกาหัวสุมดอกขาว (*B. sexangula* (Lour.) Poir.) และรากพูพอน (buttresses roots) ของตะบูนขาว (*X. granatum*) อยู่ด้วย

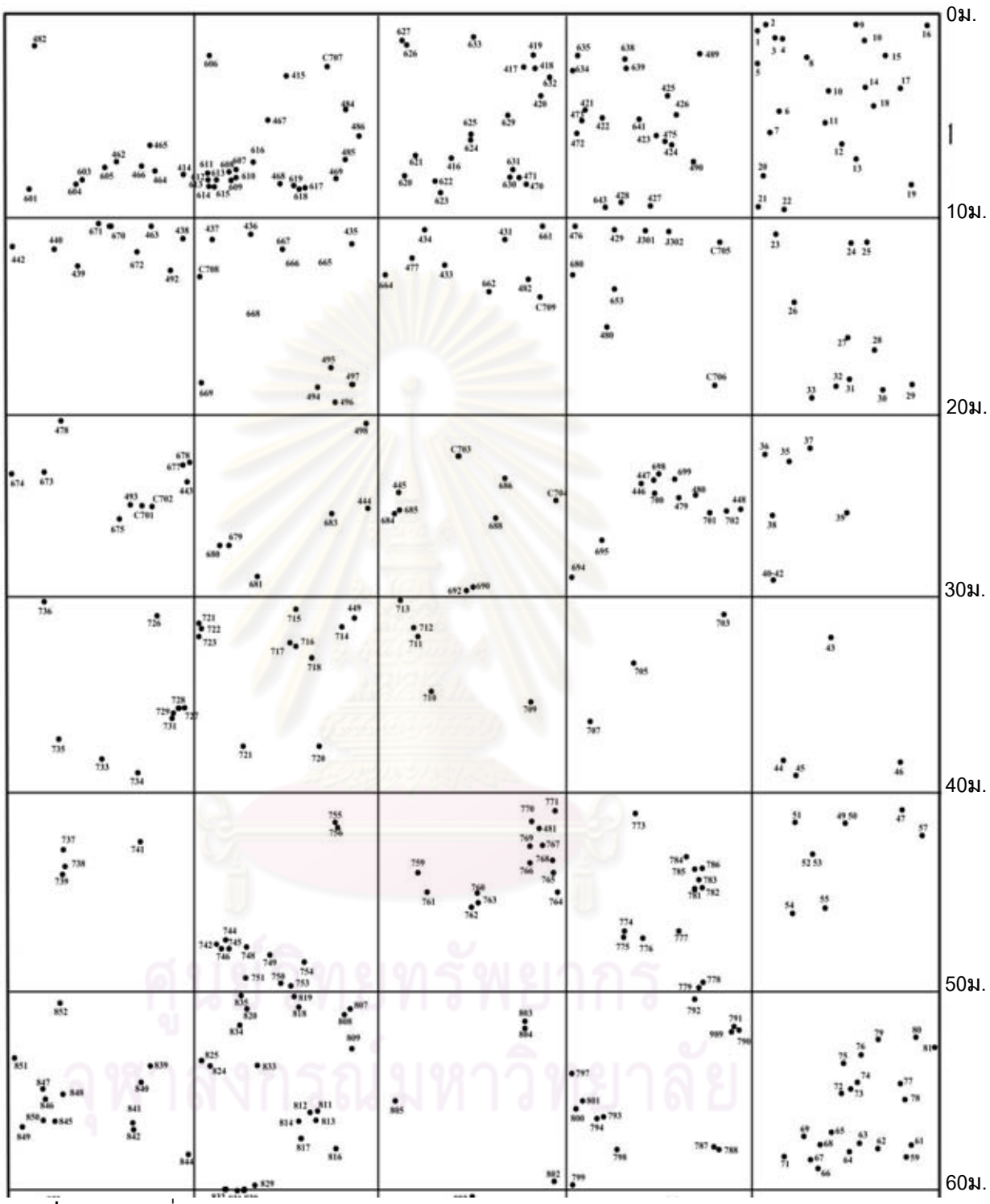
4.1.3 เขตไม้ตะบูน (*Xylocarpus zone*)

ผลการวิเคราะห์เขตพันธุ์พืชในบริเวณด้านในของป่าที่ถัดจากเขตไม้โกงกางจนกระทั่งสุดพื้นที่แปลงศึกษา จากค่าดัชนีความสำคัญ (ตารางที่ 4.1) ที่ระยะ 100-110 และ 110-120 เมตรจากแม่น้ำ พบว่าตะบูนขาว (*X. granatum*) มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุดเท่ากับ 130.71 และ 118.49 จึงกำหนดให้พื้นที่ในบริเวณนี้เป็นเขตไม้ตะบูน

เขตไม้ตะบูนอยู่ด้านในสุดของแปลงศึกษาถาวร มีพื้นที่ประมาณ 1,000 ตารางเมตรมีพันธุ์ไม้เด่นที่พบมากในเขตนี้คือ ตะบูนขาว (*X. granatum*) อีกทั้งยังพบ พังกาหัวสุมดอกแดง (*B. gymnorrhiza*) โปรงแดง (*C. tagal*) หงอนไก่ทะเล (*Heritiara littoralis* W.T. Aiton) โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata*) และฝาดดอกแดง (*Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt) เจริญอยู่ในเขตนี้ด้วย มีความหนาแน่นของต้นไม้ 3,540.00 ต้นต่อเฮกแตร์ เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเฉลี่ย 9.21 เซนติเมตร และพื้นที่หน้าตัดลำต้นรวมเท่ากับ 30.34 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ (ตารางที่ 4.2)

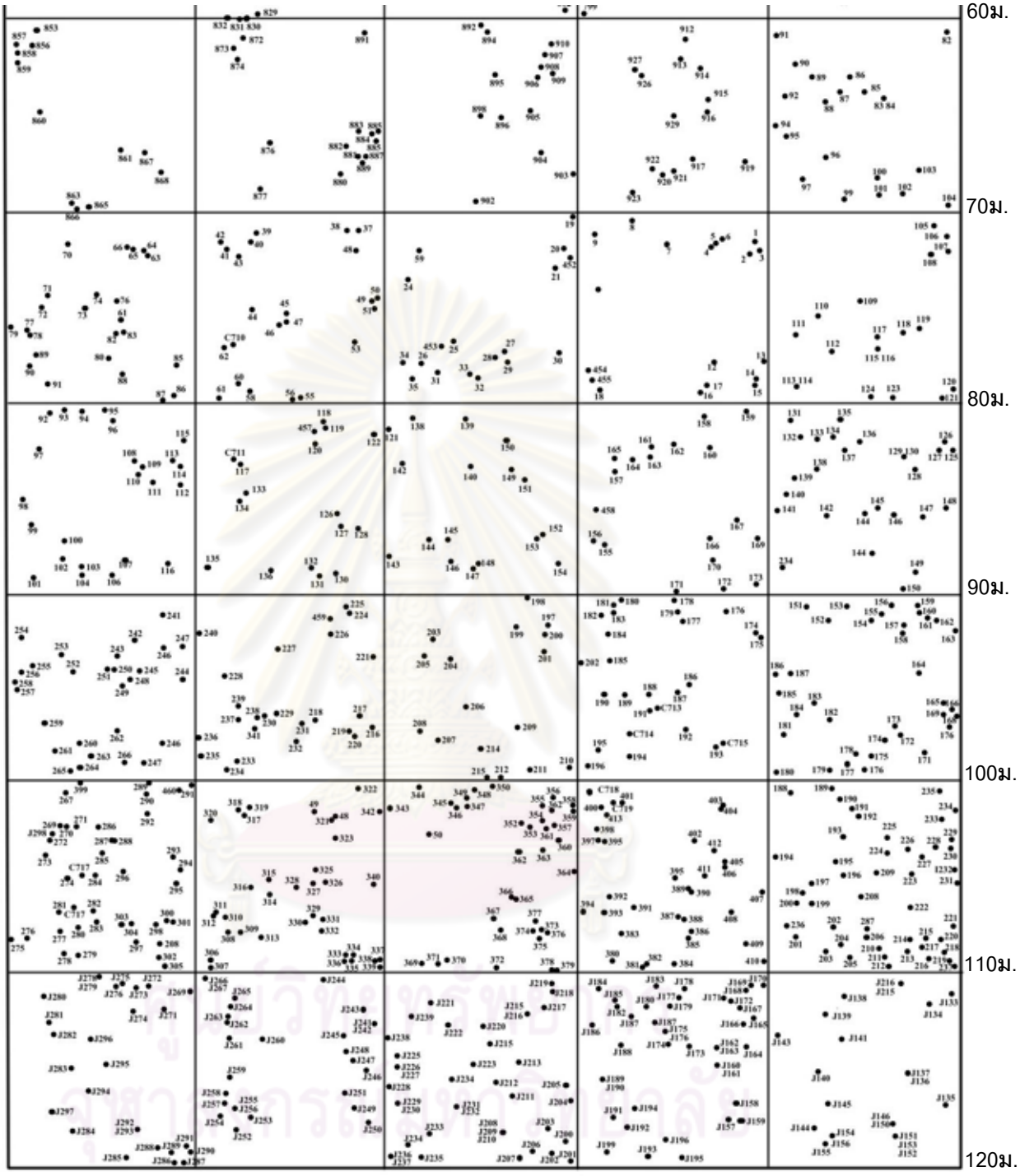
สภาพพื้นป่าในเขตไม้ตะบูนพบรากพูพอน (buttresses roots) ของตะบูนขาว (*X. granatum*) เป็นแผ่นแบนคล้ายแผ่นกระดานบาง ๆ เจริญคดเคี้ยวออกไปเรื่อย ๆ ทางด้านข้างคล้ายลูกคลื่นเป็นบริเวณกว้าง และยังพบรากลักษณะคล้ายเข่าของพังกาหัวสุมดอกแดงและโปรงแดงอยู่ในเขตพันธุ์พืชนี้ด้วย

แม่น้ำ



ภาพที่ 4.1 แผนที่ต้นไม้ (tree map) และแสดงตำแหน่งของต้นไม้แต่ละต้นในแปลงศึกษาถาวร ขนาด 50x120 ตารางเมตร ในป่าชายเลนรุ่นสอง บริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด

หมายเหตุ ตัวเลขตำแหน่งของต้นไม้ในแปลงศึกษา โดยมีรายละเอียดชนิดของต้นไม้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ผ.1



ภาพที่ 4.1 (ต่อ) แผนที่ต้นไม้ (tree map) และแสดงตำแหน่งของต้นไม้แต่ละต้นในแปลงศึกษาถาวรขนาด 50x120 ตารางเมตร ในป่าชายเลนรุ่นสอง บริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด

หมายเหตุ ตัวเลขตำแหน่งของต้นไม้ในแปลงศึกษา โดยมีรายละเอียดชนิดของต้นไม้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ผ.1

ภาพที่ 4.2 การแบ่งเขตพันธุ์พืชในแปลงศึกษาถาวรขนาด 50x120 ตารางเมตร ในป่าชายเลนรุ่นสองบริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ผลคำนวณค่าความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ความถี่สัมพัทธ์ (RF) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD) และค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ของพันธุ์ไม้ในแปลงศึกษาถาวรทุก ๆ ระยะ 10 เมตร จากบริเวณริมแม่น้ำจนเข้าไปยังด้านในของป่า (0-120 เมตร)

ระยะห่างจากแม่น้ำ (เมตร)	ชนิดพืช	ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo)	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD)	ความถี่สัมพัทธ์ (RF)	ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI)
0-10	ลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.)Engl.)	48.60	28.95	31.25	108.80
	โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume)	30.17	40.79	31.25	102.21
	แสมขาว (*Avicennia alba* Blume)	18.52	27.63	31.25	77.40
	โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir.)	2.72	2.63	6.25	11.60
10-20	แสมขาว (*A. alba* Blume)	58.29	71.05	62.50	191.84
	โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume)	40.73	26.32	25.00	92.05
	ลำพู (*S. caseolaris* (L.)Engl.)	0.98	2.63	12.50	16.11
20-30	แสมขาว (*A. alba* Blume)	91.66	44.00	45.45	181.11
	โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume)	8.10	54.00	45.45	107.55
	โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata* Poir.)	0.24	2.00	9.09	11.33
30-40	แสมขาว (*A. alba* Blume)	93.39	62.50	55.56	211.45
	โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume)	6.42	34.38	33.33	74.13
	โกงกางใบใหญ่ (*R.mucronata* Poir.)	0.19	3.13	11.11	14.43
40-50	โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata* Poir.)	33.58	62.50	41.67	137.74
	แสมขาว (*A. alba* Blume)	47.49	17.86	33.33	98.68
	โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume)	18.94	19.64	25.00	63.58
50-60	โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata* Poir.)	29.81	63.16	50.00	142.97
	แสมขาว (*A. alba* Blume)	47.47	6.58	30.00	84.05
	โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume)	22.72	30.26	20.00	72.98

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลคำนวณค่าความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ความถี่สัมพัทธ์ (RF) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD) และค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ของพันธุ์ไม้ในแปลงศึกษาถาวรทุก ๆ ระยะ 10 เมตร จากบริเวณริมแม่น้ำจนเข้าไปยังด้านในของป่า (0-120 เมตร)

ระยะห่างจากแม่น้ำ (เมตร)	ชนิดพืช	ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo)	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD)	ความถี่สัมพัทธ์ (RF)	ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI)
60-70	โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume)	78.35	69.62	55.56	203.52
	โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata* Poir.)	21.65	30.38	44.44	96.48
70-80	โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume)	93.99	92.38	38.46	224.83
	โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata* Poir.)	2.52	2.86	23.08	28.45
	พังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.)	2.48	1.90	15.38	19.77
	ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig)	0.74	1.90	15.38	18.03
	โปรงแดง (*Ceriops tagal* C.B. Rob.)	0.28	0.95	7.69	8.92
80-90	โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume)	81.29	76.92	31.25	189.46
	ตะบูนขาว (*X. granatum* K.D.Koenig)	10.69	12.50	18.75	41.94
	พังกาหัวสุมดอกขาว (*B.sexangula* (Lour.) Poir.)	4.08	2.88	18.75	25.71
	พังกาหัวสุมดอกแดง (*B. gymnorrhiza* (L.) Lamk.)	2.75	3.85	18.75	25.35
	โปรงแดง (*C. tagal* C.B. Rob.)	1.19	3.85	12.50	17.54
90-100	โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume)	63.96	58.65	23.81	146.41
	ตะบูนขาว (*X. granatum* K.D.Koenig)	25.96	24.81	23.81	74.58
	พังกาหัวสุมดอกแดง (*B. gymnorrhiza* (L.) Lamk.)	6.83	10.53	23.81	41.17
	โปรงแดง (*C. tagal* C.B. Rob.)	1.22	3.01	14.29	18.52
	พังกาหัวสุมดอกขาว (*B.sexangula* (Lour.) Poir.)	1.12	1.50	9.52	12.15
	โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata* Poir.)	0.90	1.50	4.76	7.17

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลคำนวณค่าความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ความถี่สัมพัทธ์ (RF) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD) และค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ของพันธุ์ไม้ในแปลงศึกษาถาวรทุก ๆ ระยะ 10 เมตร จากบริเวณริมแม่น้ำจนเข้าไปยังด้านในของป่า (0-120 เมตร)

ระยะห่างจากแม่น้ำ (เมตร)	ชนิดพืช	ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo)	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD)	ความถี่สัมพัทธ์ (RF)	ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI)
100-110	ตะบูนขาว (*X. granatum* K.D.Koenig)	62.71	43.01	25.00	130.71
	โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume)	24.31	36.27	25.00	85.58
	พังกาหัวสุมดอกแดง (*B. gymnorrhiza* (L.) Lamk.)	9.89	12.95	25.00	47.84
	โปรงแดง (*C. tagal* C.B. Rob.)	1.92	6.74	20.00	28.65
	หงอนไก่ทะเล (*Heritiera littoralis* W.T. Aiton)	1.18	1.04	5.00	7.21
110-120	ตะบูนขาว (*X. granatum* K.D.Koenig)	53.52	38.65	26.32	118.49
	โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume)	39.89	50.31	26.32	116.51
	โปรงแดง (*C. tagal* C.B. Rob.)	4.19	7.36	26.32	37.87
	พังกาหัวสุมดอกแดง (*B. gymnorrhiza* (L.) Lamk.)	1.97	3.07	15.79	20.82
	ฝาดดอกแดง (*Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt)	0.43	0.61	5.26	6.30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 ความหนาแน่น และพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน

ชนิดพืช	ความหนาแน่นของต้นไม้ (ต้นต่อเฮกแตร์)			พื้นที่หน้าตัด (ตารางเมตรต่อเฮกแตร์)		
	เขตไม้แสม- ลำพู	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้ตะบูน	เขตไม้แสม- ลำพู	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้ตะบูน
แสมขาว (*Avicennia alba* Blume)	476.19	44.44	-	13.37	4.21	-
พังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.)	-	62.96	283.33	-	0.62	1.99
พังกาหัวสุมดอกขาว (*Bruguiera sexangula* (Lour.) Poir.)	-	14.81	-	-	0.26	-
โปรงแดง (*Ceriops tagal* C.B. Rob.)	-	22.22	250.00	-	0.10	0.83
หงอนไก่ทะเล (*Heritiara littoralis* W.T. Aiton)	-	-	16.67	-	-	0.20
ฝาดดอกแดง (*Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt)	-	-	8.33	-	-	0.04
โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume)	500.00	1,174.07	1,450.00	3.08	17.89	9.23
โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir.)	57.13	385.18	-	0.70	3.85	-
ลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.)	71.43	-	-	2.93	-	-
ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* K.D. Koenig)	-	100.00	1,441.67	-	1.02	17.29
รวม	1,104.80	1,803.70	3,458.30	20.08	27.95	29.60

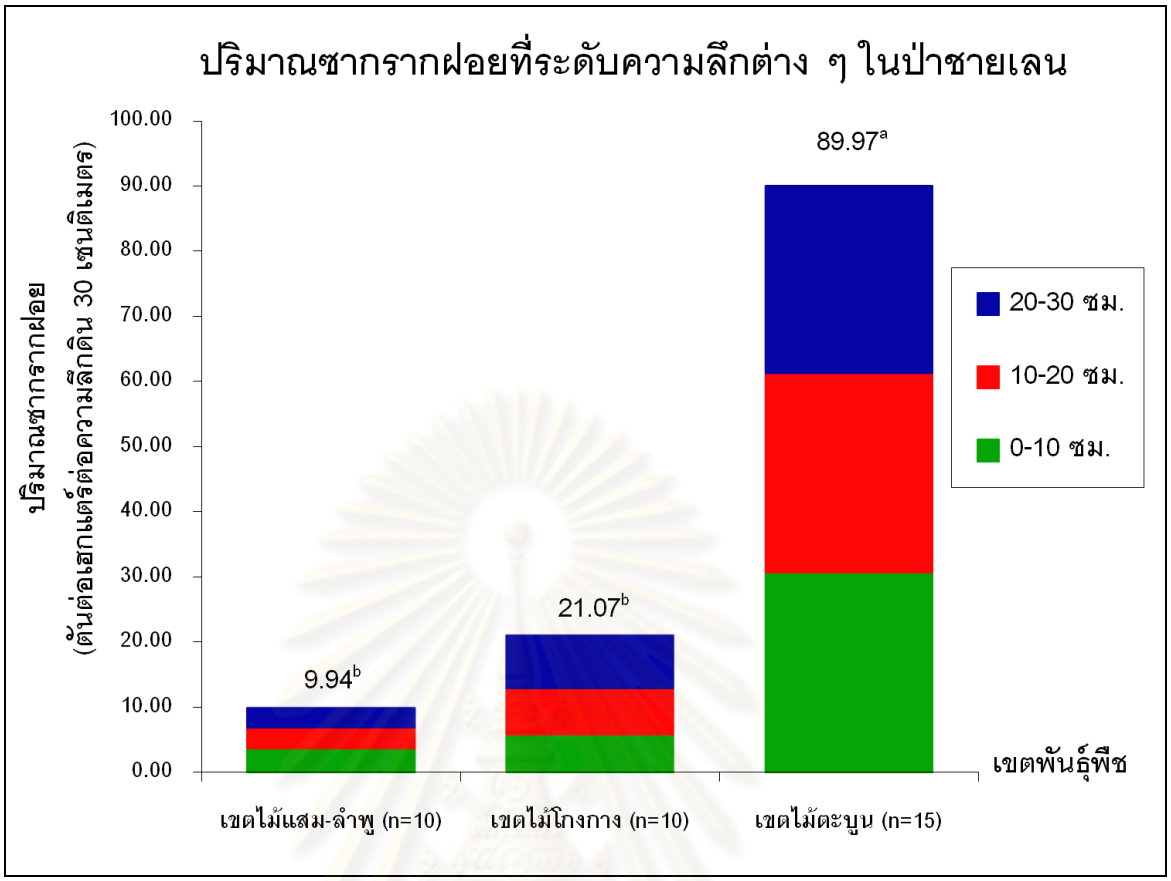
หมายเหตุ เครื่องหมาย – หมายถึงไม่ปรากฏในเขตพันธุ์พืช

4.2 การกระจายของปริมาณซากรากฝอยตามระดับความลึก

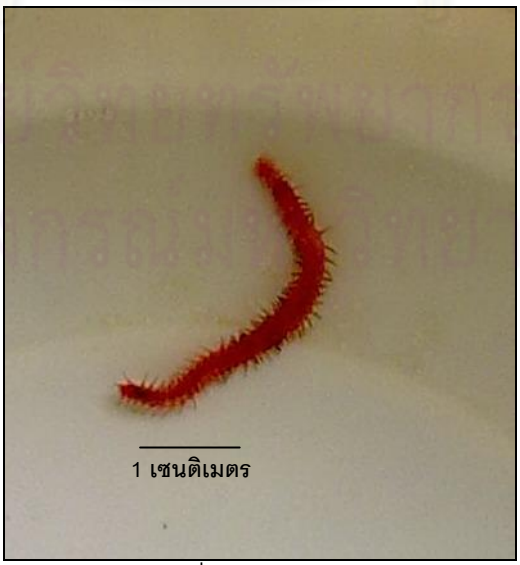
การศึกษาการกระจายของซากรากฝอยตามระดับความลึกในแต่ละเขตพันธุ์พืช (ภาพที่ 4.3) พบว่าที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตรจากผิวดินในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน มีปริมาณซากรากฝอยเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ANOVA, P>0.05) โดยมีปริมาณซากรากฝอยเฉลี่ยในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนเท่ากับ 3.31±2.49 7.02±2.65 และ 29.99±14.28 ตันต่อเฮกแตร์ต่อความลึกดิน 10 เซนติเมตร ในขณะที่ปริมาณซากรากฝอยในเขตไม้ตะบูนรวมตั้งแต่ความลึก 0-30 เซนติเมตร มีปริมาณมากที่สุดและมีความแตกต่างกันทางสถิติกับปริมาณซากรากฝอยในเขตอื่น ๆ ที่ระดับความลึกเดียวกัน (ANOVA, P<0.05) โดยมีปริมาณซากรากฝอยเท่ากับ 9.94±4.59 21.07±6.09 และ 89.97±23.72 ตันต่อเฮกแตร์ต่อความลึกดิน 30 เซนติเมตร ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของซากรากขนาดอื่น ๆ (เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 มิลลิเมตร) ในแต่ละเขตพันธุ์พืชมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ANOVA, P<0.05) โดยมีปริมาณเท่ากับ 5.05±1.61 20.97±14.60 และ 42.33±13.01 ตันต่อเฮกแตร์ต่อความลึกดิน 30 เซนติเมตร ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณมวลชีวภาพของรากฝอยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรในแต่ละเขตพันธุ์พืชไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, P>0.05) โดยมีปริมาณมวลชีวภาพรากฝอยรวมเท่ากับ 0.89±0.78 0.75±0.67 และ 1.37±0.94 ตันต่อเฮกแตร์ต่อความลึกดิน 30 เซนติเมตร ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงผลรวมของมวลชีวภาพรากฝอยและมวลซากรากที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรในแต่ละเขตพันธุ์พืชพบว่าเขตไม้ตะบูนมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 133.28 ตันต่อเฮกแตร์ รองลงมาคือเขตไม้โกงกางเท่ากับ 42.04 ตันต่อเฮกแตร์ และเขตไม้แสม-ลำพูมีปริมาณน้อยที่สุดเท่ากับ 14.99 ตันต่อเฮกแตร์

จากการล้างตัวอย่างดินที่ใช้ศึกษาการกระจายของซากรากฝอยตามระดับความลึก จากทั้ง 3 เขตพันธุ์พืชพบว่ามีสัตว์ในดินที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (macro fauna) คือสัตว์จำพวก Polychaete (ภาพที่ 4.4) จำนวน 15 ตัว จากการนับจำนวนที่พบขณะที่ล้างตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรในเขตไม้แสม-ลำพู แต่ไม่พบสิ่งมีชีวิตดังกล่าวในเขตไม้โกงกางและเขตไม้ตะบูน



ภาพที่ 4.3 การกระจายของซากรากฝอยตามระดับความลึก 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน โดยที่ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันจะมีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)



ภาพที่ 4.4 สัตว์หน้าดินพวก Polychaete ที่พบจากการล้างตัวอย่างดินที่ใช้ศึกษาการกระจายของซากรากฝอยตามระดับความลึกในเขตแสม

ตารางที่ 4.3 ปริมาณมวลชีวภาพรากฝอยและซากรากฝอยที่ระดับความลึกดิน 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน โดยแบ่งขนาดของซากรากออกเป็น 2 ส่วนคือ รากฝอย (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) และรากขนาดอื่น ๆ (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 มิลลิเมตรขึ้นไป)

เขตพันธุ์พืช	ความลึกดิน (เซนติเมตร)	จำนวนตัวอย่าง	มวลชีวภาพ (ตันต่อเฮกแตร์)	มวลซากราก (ตันต่อเฮกแตร์)		
			รากฝอย	รากฝอย	รากขนาดอื่น ๆ	รวม
เขตไม้แสม-ลำพู	0-10	10	0.38±0.34	3.62±1.60	1.74±0.69	5.36
	10-20	10	0.29±0.26	3.28±1.20	1.73±0.94	5.01
	20-30	10	0.22±0.19	3.04±3.97	1.58±1.02	4.62
	0-30	10	0.89±0.78^{ns}	9.94±4.60^{b}	5.05±1.61^{c}	14.99
เขตไม้โกงกาง	0-10	10	0.33±0.33	5.74±2.87	4.15±5.38	9.89
	10-20	10	0.24±0.26	7.12±2.48	9.10±8.09	16.22
	20-30	10	0.19±0.17	8.21±2.22	7.72±7.21	15.93
	0-30	10	0.75±0.67^{ns}	21.07±6.07^{b}	20.97±14.60^{b}	42.04
เขตไม้ตะบูน	0-10	15	0.53±0.43	30.60±17.14	12.76±8.19	43.36
	10-20	15	0.50±0.42	30.57±14.47	15.90±8.66	46.47
	20-30	15	0.34±0.26	28.80±11.63	13.67±7.46	43.45
	0-30	15	1.37±0.94^{ns}	89.97±23.72^{a}	43.31±13.01^{a}	133.28

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน (ค่าเฉลี่ย±S.D.) จะมีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)

4.3 การย่อยสลายของซากรากฝอย (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มม.) ใน 3 เขตพันธุ์พืช

การย่อยสลายของซากรากฝอยที่ระดับความลึกในแต่ละเขตพันธุ์พืช (ภาพที่ 4.5) พบว่าเมื่อเปรียบเทียบอัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยระหว่างความลึก 5 และ 20 เซนติเมตรจากผิวดินของทั้งสามเขตพันธุ์พืช โดยพิจารณาจากน้ำหนักรากที่เหลืออยู่พบว่าปริมาณของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P>0.05$) โดยปริมาณของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายจนสิ้นสุดการทดลองที่ 52 สัปดาห์ที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตรในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน เท่ากับ 47.50 และ 51.80 57.10และ 56.90 51.60 และ 49.70 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักเริ่มต้น ตามลำดับ

แต่อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.6) ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนมีการย่อยสลายได้รวดเร็วในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการทดลอง มีปริมาณของซากรากฝอยเหลืออยู่เท่ากับ 0.706 0.775 และ 0.803 กรัมจากปริมาณเริ่มต้น 1.00 กรัม ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ตามลำดับ หลังจากนั้นการย่อยสลายของซากรากฝอยจะค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ จนสิ้นสุดการทดลองที่ 52 สัปดาห์ มีปริมาณของซากรากฝอยเหลืออยู่เท่ากับ 0.496 0.570 และ 0.507 กรัม ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.6)

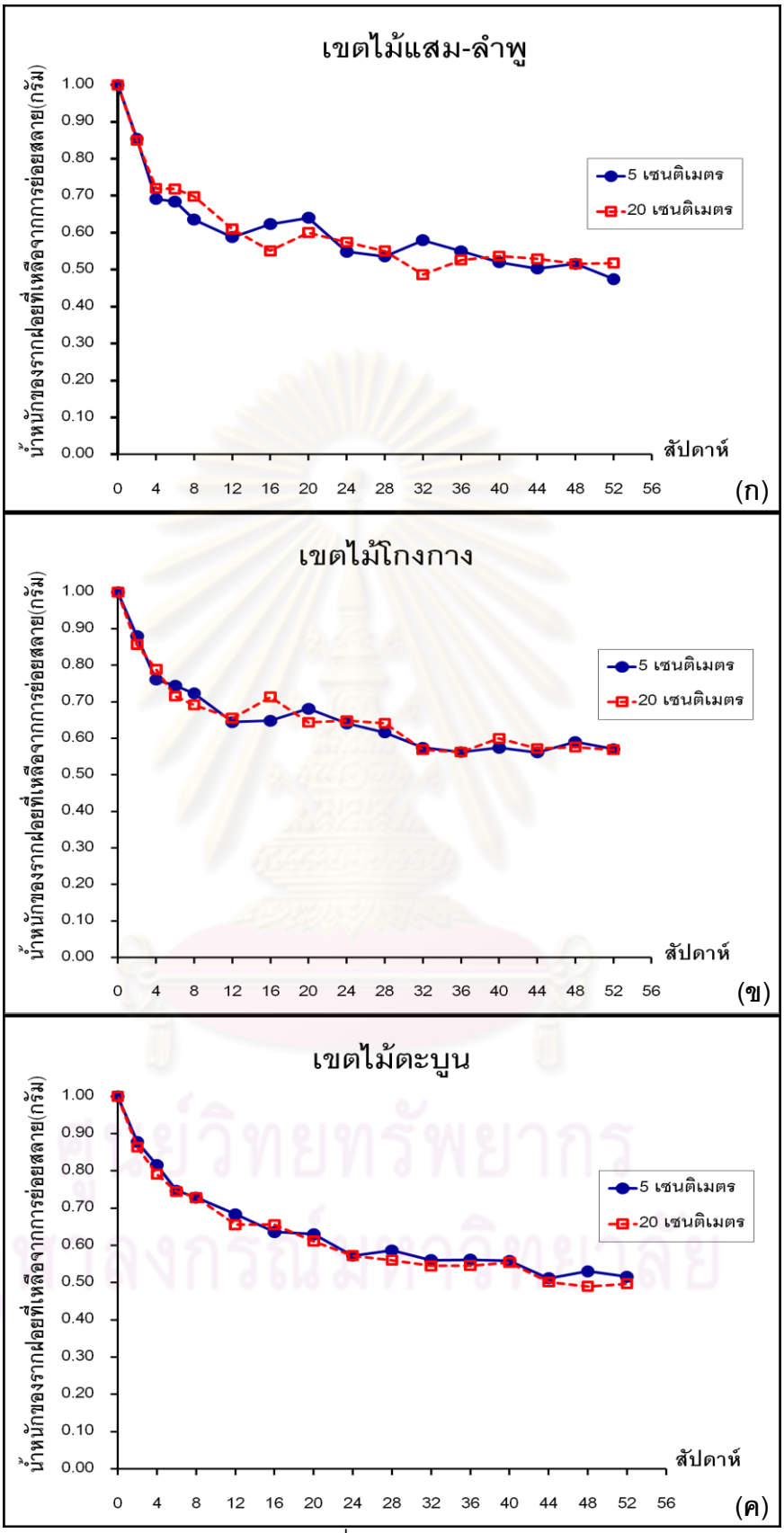
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการย่อยสลายของซากรากฝอยทั้ง 3 เขตพันธุ์พืชและช่วงเวลาในแต่ละสัปดาห์ของการทดลองโดยการสร้างสมการถดถอย พบว่าสมการถดถอยมีรูปแบบเป็น Composite exponential ที่มีลักษณะแบบ two-stage decay (McClaugherty และคณะ, 1984) โดยที่อัตราการย่อยสลายถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ การย่อยสลายในช่วงแรกจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและช่วงที่สองการย่อยสลายจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ซึ่งมีรูปแบบสมการการย่อยสลายของซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืชดังตารางที่ 4.6 โดยค่าสัมประสิทธิ์ของค่าคงที่หรืออัตราการย่อยสลายของซากรากฝอย (K_{fast}) ในช่วงแรกที่มีการย่อยสลายได้เร็วของเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนเท่ากับ 0.2908 0.3031 และ 0.2158 ตามลำดับ ขณะที่อัตราการย่อยสลายในช่วงที่มีการย่อยสลายช้า (K_{slow}) ของเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนเท่ากับ 0.0049 0.0046 และ 0.0064 ตามลำดับ ซึ่งระยะเวลาที่มีการย่อยสลายเร็วของเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนเท่ากับ 3.43 3.29 และ 4.63 สัปดาห์แรกของการทดลอง ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาผ่านไปหลังจากนี้การย่อยสลายจะเกิดขึ้นช้าในทุกเขตพันธุ์พืชจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองที่ 52 สัปดาห์

4.4 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ของซากรากฝอย

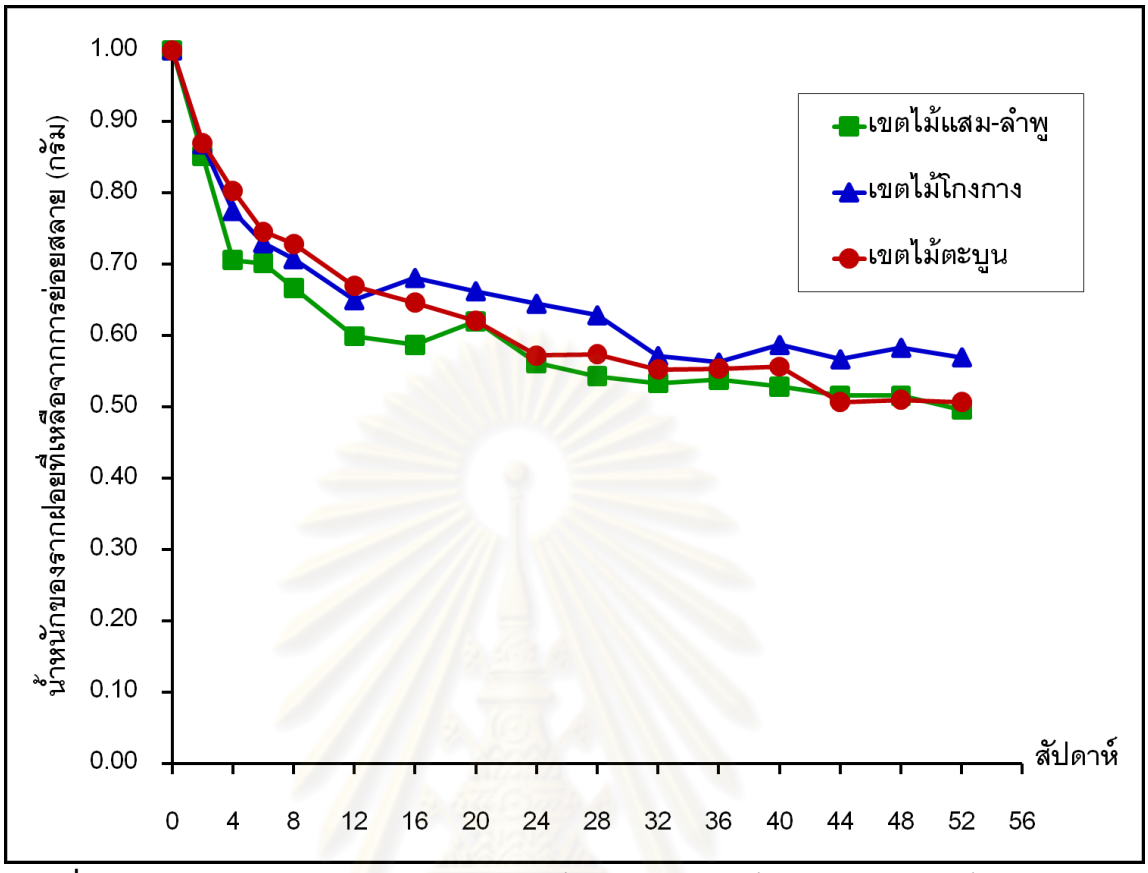
ปริมาณซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายของซากรากที่ระดับ 2 ความลึก (5 และ 20 เซนติเมตร) แต่ละช่วงเวลาในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนที่นำไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจนด้วยเครื่อง CN Analyzer พบว่าปริมาณของคาร์บอนมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ปริมาณของไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นในทุกเขตพันธุ์พืช เมื่อนำมาคำนวณอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนพบว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเริ่มต้นของรากตะบูนขาวมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 69.30 รองลงมาคือรากของโกงกางเท่ากับ 66.77 และน้อยที่สุดคือรากแสมขาวเท่ากับ 50.25 แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ยในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตร พบว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (ตารางที่ 4.5) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P>0.05$) โดยมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 43.79 และ 37.88 78.63 และ 75.07 67.26 และ 59.59 ตามลำดับ

อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ยของซากรากในเขตไม้โกงกางมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 76.85 รองลงมาคือเขตไม้ตะบูนเท่ากับ 63.43 และน้อยที่สุดคือเขตไม้แสม-ลำพูเท่ากับ 40.83 อีกทั้งยังพบว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของซากรากในเขตไม้ตะบูน มีค่าสูงในช่วงแรกของการทดลองประมาณ 69.30 และมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาของการย่อยสลายซากรากฝอยเพิ่มขึ้น ในขณะที่ซากรากของเขตไม้แสม-ลำพูและเขตไม้โกงกาง มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในช่วงแรกของการย่อยสลายต่ำกว่าในช่วงหลังของการทดลองที่ 52 สัปดาห์ โดยในช่วงแรกอัตราส่วนดังกล่าวของเขตไม้แสม-ลำพู และเขตไม้โกงกางที่เริ่มต้นการทดลองมีค่าเท่ากับ 50.25 และ 66.77 และที่สิ้นสุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 54.22 และ 116.53 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.7)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.5 การย่อยสลายของซากรากฝอยที่ระดับความลึก 5และ 20 เซนติเมตร ในเขตไม้แสม-ลำพู (ก) เขตไม้โกงกาง (ข) และเขตไม้ตะบูน (ค)



ภาพที่ 4.6 การย่อยสลายของซากรากฝอยในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร แต่ละช่วงเวลาในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด

ตารางที่ 4.4 สมการการย่อยสลายของซากรากฝอยและอัตราการย่อยสลายของซากรากฝอย (K) ในแต่ละเขตพันธุ์พืช

เขตพันธุ์พืช	สมการการย่อยสลายของซากรากฝอย	K_{fast}	K_{slow}	R^2	P	df
เขตไม้แสม-ลำพู	$M(t)=35.95e^{-0.2908t}+(100-35.95)e^{-0.0049t}$	0.2908	0.0049	0.9845	0.0184	13
เขตไม้โกงกาง	$M(t)=29.60e^{-0.3031t}+(100-29.60)e^{-0.0046t}$	0.3031	0.0046	0.9771	0.0198	13
เขตไม้ตะบูน	$M(t)=30.68e^{-0.2158t}+(100-30.68)e^{-0.0064t}$	0.2158	0.0064	0.9931	0.0128	13

หมายเหตุ M(t) คือปริมาณของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายหลังเวลา t (สัปดาห์) โดยมีปริมาณเริ่มต้นเท่ากับ 1.00 กรัม

K_{fast} คืออัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยในช่วงแรกที่มีการย่อยสลายอย่างรวดเร็ว (สัปดาห์)

K_{slow} คืออัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยในช่วงหลังที่มีการย่อยสลายช้า (สัปดาห์)

ตารางที่ 4.5 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตรจากผิวดินในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน

เวลาในการทดลอง (สัปดาห์)	ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในเขตไม้แสม-ลำพู					
	ความลึก 5 เซนติเมตร			ความลึก20 เซนติเมตร		
	C(%)	N(%)	C/N ratio	C(%)	N(%)	C/N ratio
0	38.55	0.77	50.25	38.55	0.77	50.25
2	40.44	0.96	42.21	40.19	0.99	40.67
4	39.38	0.95	41.67	39.53	0.95	41.79
6	39.34	0.94	42.07	39.51	0.94	42.21
8	35.81	0.92	39.09	35.94	0.90	39.84
12	36.82	1.03	35.92	38.00	0.99	38.22
16	53.43	0.94	56.90	36.21	0.90	40.45
20	34.73	0.97	35.87	36.71	1.02	35.95
24	38.63	1.05	36.79	38.61	1.27	30.45
28	37.16	1.03	35.93	37.77	1.26	29.88
32	40.28	1.37	29.48	39.70	1.29	30.72
36	40.33	1.10	36.63	40.42	1.40	28.97
40	42.05	0.79	53.49	42.38	1.17	36.31
44	40.87	0.86	47.57	41.70	1.24	33.54
48	42.39	0.68	62.25	41.28	1.26	32.66
52	41.54	0.76	54.44	41.80	0.77	54.21

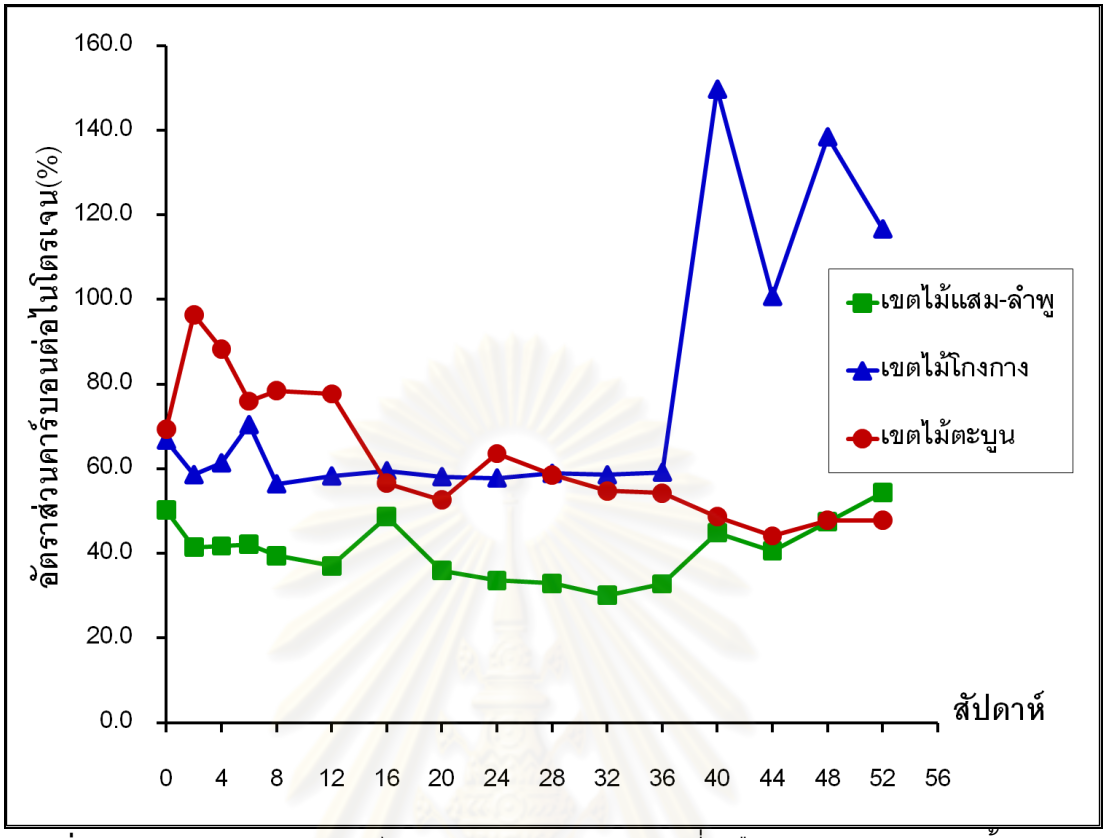
ตารางที่ 4.5 (ต่อ) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตรจากผิวดินในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน

เวลาในการทดลอง (สัปดาห์)	ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในเขตไม้โกงกาง					
	ความลึก 5 เซนติเมตร			ความลึก20 เซนติเมตร		
	C(%)	N(%)	C/N ratio	C(%)	N(%)	C/N ratio
0	39.73	0.60	66.77	39.73	0.60	66.77
2	42.19	0.71	59.76	42.18	0.73	57.46
4	41.39	0.77	54.03	41.81	0.61	68.77
6	41.28	0.54	77.01	41.69	0.65	63.84
8	38.86	0.62	62.98	36.71	0.74	49.87
12	39.42	0.59	67.26	40.56	0.82	49.34
16	38.86	0.60	64.66	39.43	0.73	54.39
20	39.96	0.62	64.55	39.66	0.77	51.71
24	41.17	0.67	61.54	41.49	0.77	54.09
28	40.35	0.67	59.86	41.33	0.71	57.97
32	42.26	0.64	66.13	42.12	0.83	50.99
36	42.11	0.64	65.69	41.95	0.80	52.69
40	42.85	0.29	145.75	42.72	0.28	153.67
44	41.83	0.40	103.78	42.28	0.43	97.64
48	42.29	0.35	121.87	42.79	0.28	155.02
52	42.50	0.37	116.42	41.63	0.36	116.94

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตรจากผิวดินในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน

เวลาในการทดลอง (สัปดาห์)	ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในเขตไม้ตะบูน					
	ความลึก 5 เซนติเมตร			ความลึก20 เซนติเมตร		
	C(%)	N(%)	C/N ratio	C(%)	N(%)	C/N ratio
0	41.79	0.60	69.30	41.79	0.60	69.30
2	43.86	0.40	108.56	42.51	0.51	84.18
4	42.89	0.41	104.60	41.61	0.58	71.99
6	42.13	0.50	84.77	42.01	0.63	67.22
8	39.65	0.50	78.82	38.39	0.49	78.02
12	42.16	0.49	86.57	41.38	0.60	68.84
16	41.33	0.68	60.42	40.65	0.77	52.72
20	39.80	0.74	53.86	40.29	0.78	51.46
24	43.49	0.69	63.12	42.17	0.66	64.08
28	40.78	0.65	62.64	41.31	0.76	54.43
32	43.60	0.82	53.49	42.85	0.77	56.01
36	43.00	0.74	58.27	42.50	0.85	50.18
40	44.61	0.90	49.62	44.80	0.94	47.65
44	44.77	0.93	48.35	44.63	1.12	39.95
48	44.66	0.96	46.33	44.91	0.91	49.29
52	44.60	0.94	47.49	45.03	0.94	48.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

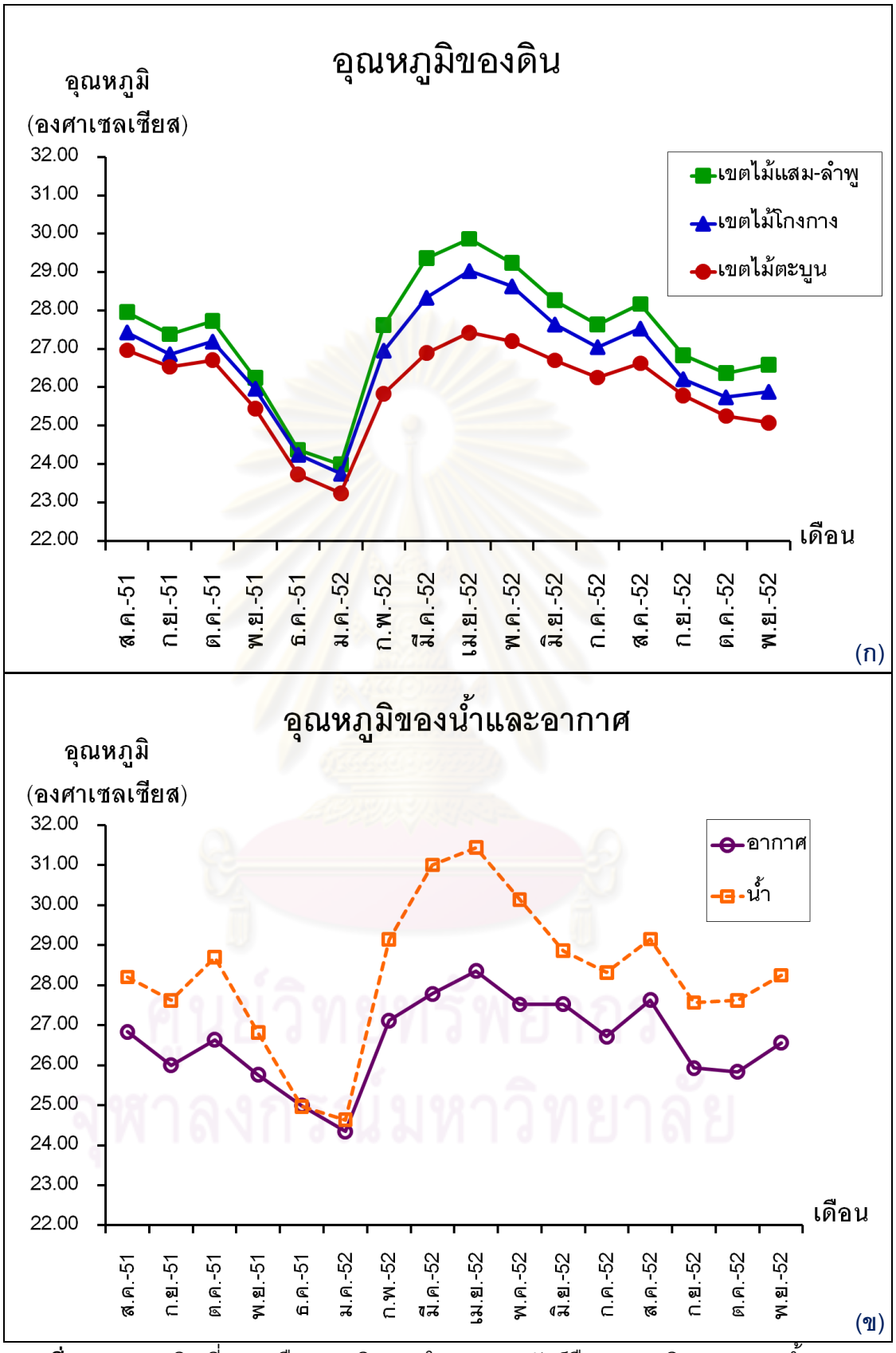


ภาพที่ 4.7 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายทั้ง 3 เขตพันธุ์พืชในป่าชายเลน ในช่วงระยะเวลาเริ่มต้นการทดลองจนสิ้นสุดการทดลองที่ 52 สัปดาห์

4.5 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

4.5.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิดินของเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร รวมถึงอุณหภูมิอากาศ และน้ำ ระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึงวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 โดยทำการวัดทุก ๆ 30 นาที พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของดินในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนเท่ากับ 27.35±1.80 26.78±1.61 และ 25.99±1.32°C ตามลำดับ (ภาพที่ 4.8ก) อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศเท่ากับ 26.58±2.54°C และอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเท่ากับ 28.26±2.23°C (ภาพที่ 4.8ข) โดยอุณหภูมิของดิน น้ำ และอากาศในรอบปีมีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนตุลาคม และเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนเมษายน จากนั้นอุณหภูมิจะค่อย ๆ ลดลงตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม โดยอุณหภูมิของดินในแต่ละเขตพันธุ์พืช (ภาพที่ 4.8ก) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.05$) ส่วนอุณหภูมิของน้ำ (ภาพที่ 4.8ข) ต่างจากอุณหภูมิของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.05$)



ภาพที่ 4.8 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของดิน (ก) ในสามเขตพันธุ์พืช อุณหภูมิอากาศและน้ำ (ข) ระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ.2551 ถึงวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2552

4.5.2 ความลาดชันของพื้นที่

ความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ในแต่ละเขตพันธุ์พืชดังแสดงจากเส้น contour (ภาพที่ 4.9) สามารถอธิบายถึงความลาดชันของพื้นที่ได้โดย เมื่อระยะห่างของเส้น contour อยู่ชิดกัน พื้นที่จะมีความลาดชันสูง แต่หากระยะห่างของเส้น contour อยู่ห่างกัน พื้นที่จะมีความลาดชันต่ำ กล่าวคือ ในเขตไม้แสม-ลำพู มีความสูงของพื้นที่ประมาณ 0-40 เซนติเมตรจากจุดอ้างอิง จากริมแม่น้ำจนถึงด้านในของเขตไม้แสม-ลำพู โดยด้านหน้าของเขตนี้มีความลาดชันค่อนข้างมาก ขณะที่บริเวณตรงกลางจนถึงด้านในของเขตจะมีความลาดชันค่อนข้างน้อย ในเขตไม้โกงกาง มีความสูงของพื้นที่ประมาณ 30-105 เซนติเมตรจากจุดอ้างอิง โดยในเขตพันธุ์พืชนี้มีความลาดชันค่อนข้างสูงบริเวณตอนกลางของเขต สำหรับเขตไม้ตะบูน มีความสูงของพื้นที่ประมาณ 65-90 เซนติเมตรจากจุดอ้างอิง ความลาดชันในเขตนี้ค่อนข้างน้อย มีลักษณะพื้นที่ค่อนข้างราบ

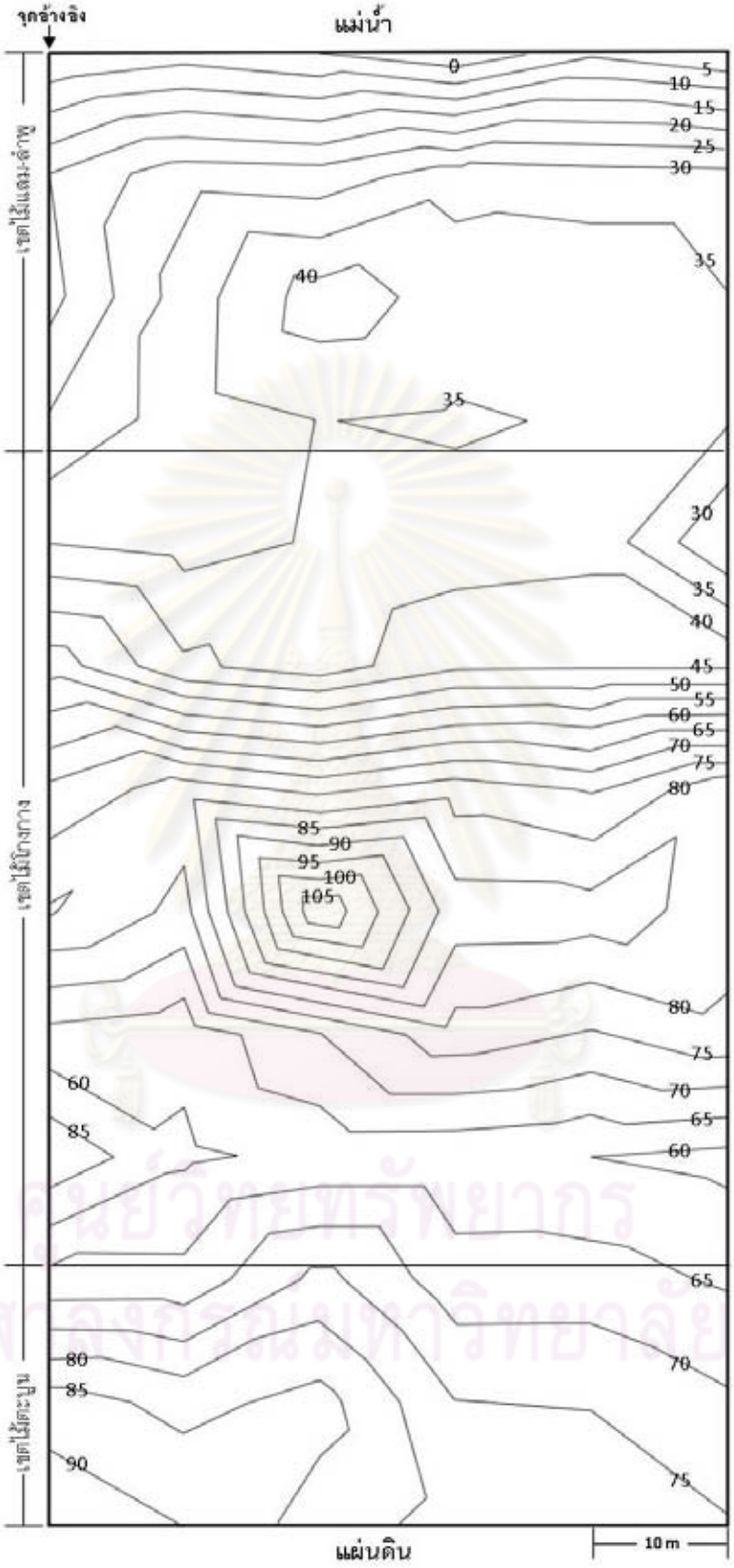
4.5.3 ระยะเวลาที่พื้นที่ศึกษาถูกน้ำท่วม

จากการศึกษาโดยบันทึกเวลาที่น้ำขึ้นทุก ๆ 15 นาที จนกระทั่งน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำเริ่มลง พบว่าระยะเวลาที่เขตไม้ตะบูนถูกน้ำท่วมน้อยกว่าเขตไม้แสม-ลำพูและเขตไม้โกงกางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.05$) ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยระยะเวลาที่พื้นที่ศึกษาถูกน้ำท่วมต่อวันเฉลี่ยนานที่สุดอยู่ในเขตไม้แสม-ลำพูเท่ากับ 370 นาที รองลงมาคือเขตไม้โกงกางเป็นเวลา 302 นาที และน้อยที่สุดคือเขตไม้ตะบูนเท่ากับ 115 นาที (ตารางที่ 4.6)

4.5.4 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

ลักษณะของเนื้อดินทั้งสามเขตพันธุ์พืช จากการวิเคราะห์สัดส่วนอนุภาคดินด้วยวิธี Hydrometer แล้วนำสัดส่วนที่ได้มาพิจารณาชนิดของดินจากแผนภูมิสามเหลี่ยมจำแนกชนิดของดิน พบว่าลักษณะเนื้อดินในเขตไม้แสม-ลำพูและเขตไม้โกงกางเป็นดินชนิดเดียวกันคือ ดินร่วนปนทรายแป้ง (silt loam) ขณะที่ดินในเขตไม้ตะบูนเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ซึ่งมีปริมาณอนุภาคทรายมากที่สุดและมากกว่าในเขตพันธุ์พืชอื่น ๆ ดังตารางที่ 4.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.9 ความสูงของพื้นที่เมื่อเปรียบเทียบจากจุดอ้างอิง แสดงโดยเส้น contour เพื่อบอกความลาดชันในแต่ละเขตพันธุ์พืชของแปลงศึกษาถาวรขนาด 50x120 ตารางเมตร

4.5.5 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเค็มของดิน และระดับของน้ำในดินวัดจากผิวดิน

ค่าความเค็มของดินในป่าชายเลน มีค่าความเค็มลดลงจากบริเวณริมแม่น้ำเข้าไปยังป่าด้านใน (ภาพที่ 4.10) โดยความเค็มเฉลี่ยของน้ำมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 13.00±0.36 ppt ขณะที่ความเค็มเฉลี่ยของดินในเขตไม้แสม-ลำพูมีค่าความเค็ม 10.10±0.30 ppt เขตไม้โกงกาง 9.60±0.20 ppt และเขตไม้ตะบูน 7.80±0.25 ppt

ความเป็นกรด-ด่างของดินบริเวณแปลงศึกษาถาวรเป็นกรดอ่อน มีค่า pH เพิ่มขึ้นจากบริเวณริมแม่น้ำจนเข้าไปยังป่าด้านใน (ภาพที่ 4.11) โดยค่า pH เฉลี่ยของน้ำเท่ากับ 4.60±0.32 ขณะที่ค่า pH เฉลี่ยของดินในเขตไม้แสม-ลำพูมีค่า pH 5.2±0.30 เขตไม้โกงกางมีค่า pH 5.4±0.46 และเขตไม้ตะบูนมีค่า pH 6.2±0.31

ความลึกของน้ำใต้ดินวัดจากผิวดินในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง เขตไม้ตะบูน (ภาพที่ 4.12) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P<0.05$) โดยความลึกของน้ำใต้ดินวัดจากผิวดินเฉลี่ยในเขตไม้ตะบูนมีค่ามากที่สุด 6.10±0.88 เซนติเมตร รองลงมาคือเขตไม้โกงกาง 3.50±0.73 เซนติเมตร และน้อยที่สุดคือเขตไม้แสม-ลำพู 0.00±0.00 เซนติเมตร

4.5.6 ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนจากสถานีคลองใหญ่ จังหวัดตราด จากกรมอุตุนิยมวิทยาในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 มีปริมาณน้ำฝนรวมเท่ากับ 6,031.1 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.8)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

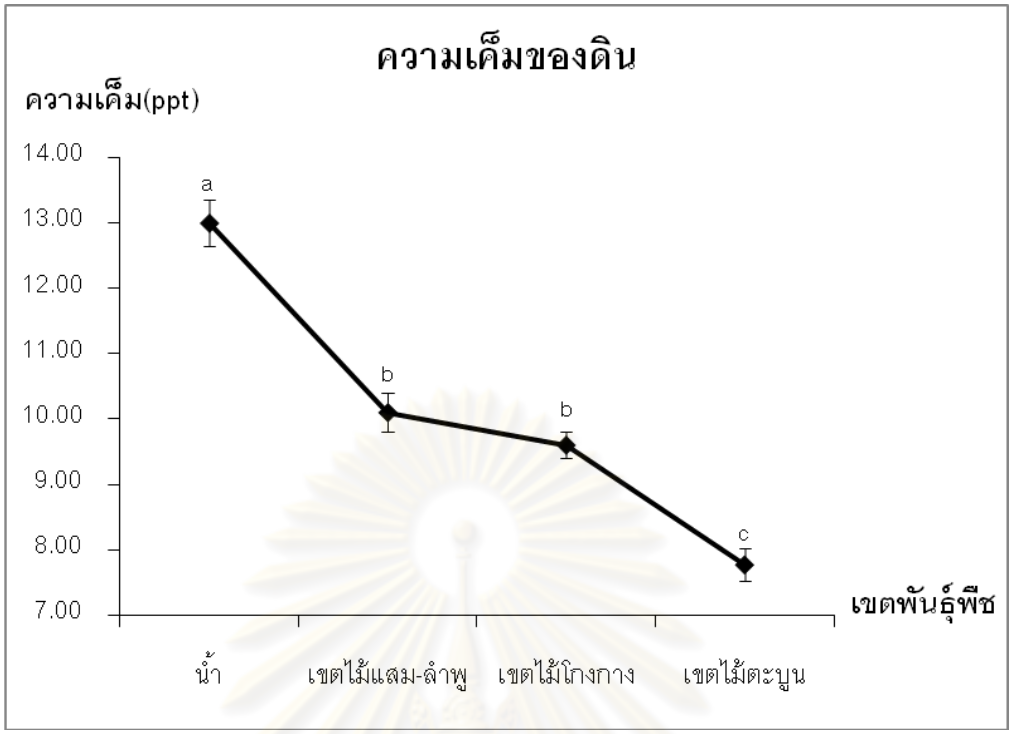
ตารางที่ 4.6 ช่วงเวลาที่พื้นที่ศึกษาถูกน้ำท่วมในแต่ละเขตพันธุ์พืช

ฤดูกาล	วันที่	ระยะเวลาที่พื้นที่ศึกษาถูกน้ำท่วม (นาที)		
		เขตไม้แสม-ลำพู	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้ตะบูน
ฤดูแล้ง	27 มกราคม 2551	440	370	160
	11 มีนาคม 2551	300	260	80
	12 มีนาคม 2551	440	320	80
ฤดูฝน	29 สิงหาคม 2551	360	260	140
	เฉลี่ย	370 ± 80	302 ± 53	115 ± 41

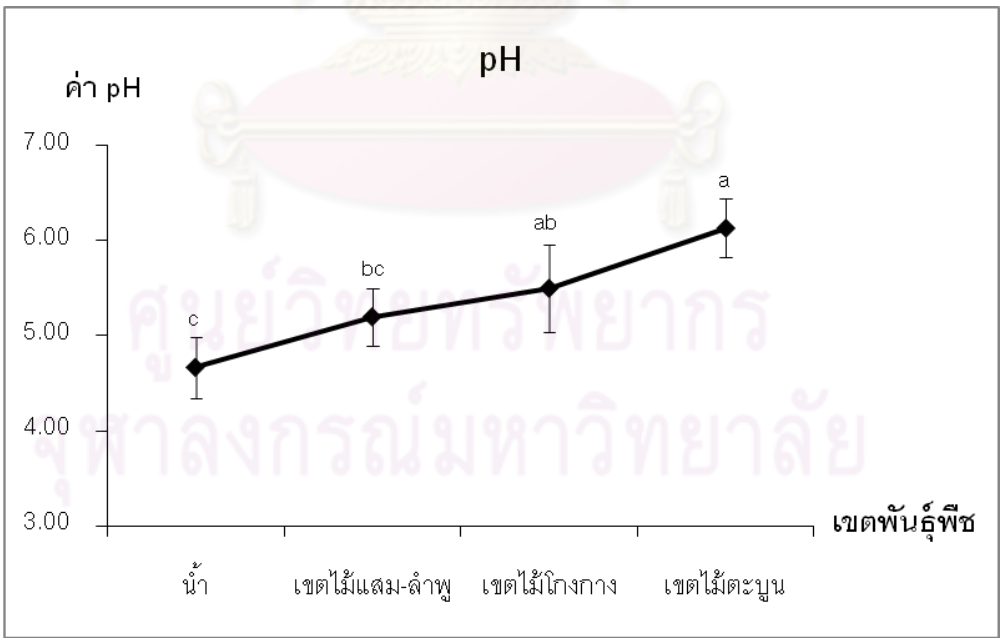
ตารางที่ 4.7 คุณสมบัติดินและสัดส่วนของอนุภาคเนื้อดินและชนิดของดินในแต่ละเขตพันธุ์พืช

เขตพันธุ์พืช	สัดส่วนของอนุภาคเนื้อดิน(%)			ชนิดของดิน	ความเค็มของดิน (ppt)	pH	ความลึกของน้ำใต้ดิน (เซนติเมตร)
	ดินเหนียว	ดินร่วน	ดินทราย				
เขตไม้แสม-ลำพู	25.40±0.98 [b]	72.25±1.48 [c]	2.35±1.53 [a]	ดินร่วนปนทรายแป้ง	10.10±0.30	5.2±0.30	0.00±0.00
เขตไม้โกงกาง	2.12±1.44 [a]	62.67±4.26 [b]	35.22 ±3.55 [b]	ดินร่วนปนทรายแป้ง	9.60±0.20	5.4±0.46	3.50±0.73
เขตไม้ตะบูน	1.13±0.35 [a]	41.35±2.10 [a]	57.52±2.21 [c]	ดินร่วนปนทราย	7.80±0.25	6.2±0.31	6.10±0.88

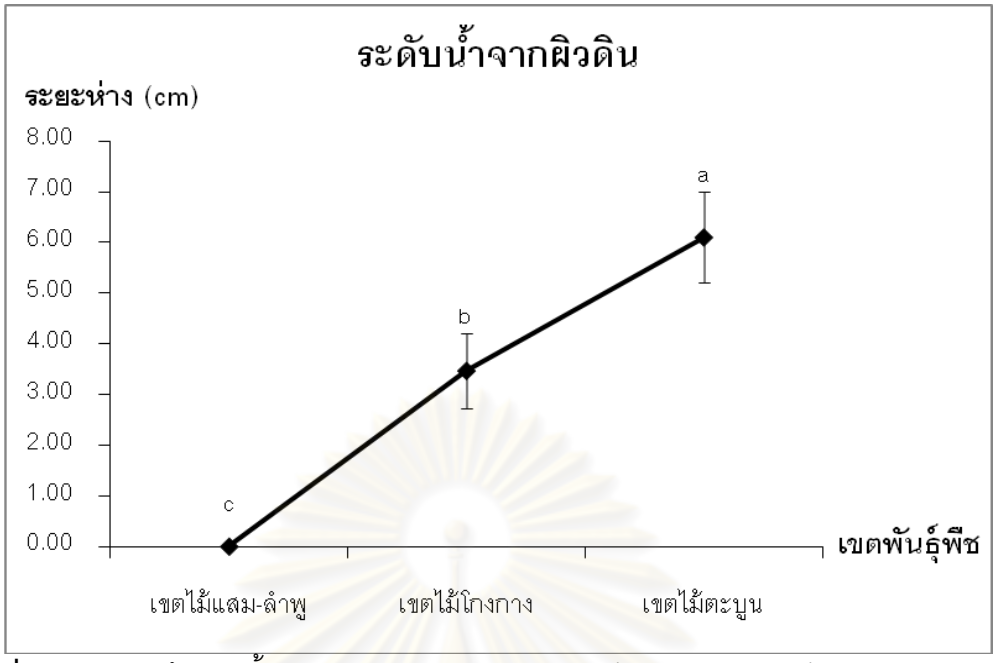
หมายเหตุ ตัวอักษรเดียวกันในแถวเดียวกันแทนค่าเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย±S.D.) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.01) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเขตพันธุ์พืช



ภาพที่ 4.10 ค่าความเค็มของดินในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน (ค่าเฉลี่ย±S.D.) โดยที่ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันจะมีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's new multiple range test



ภาพที่ 4.11 ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน (ค่าเฉลี่ย±S.D.) โดยที่ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันจะมีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's new multiple range test



ภาพที่ 4.12 ความลึกของน้ำใต้ดินนับจากผิวดินบริเวณเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน (ค่าเฉลี่ย±S.D.) โดยที่ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันจะมีความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 4.8 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2552 (กรมอุตุนิยมวิทยา)

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)
พฤศจิกายน 2551	34.1
ธันวาคม 2551	2.9
มกราคม 2552	0.1
กุมภาพันธ์ 2552	93.6
มีนาคม 2552	216.0
เมษายน 2552	367.1
พฤษภาคม 2552	557.9
มิถุนายน 2552	522.2
กรกฎาคม 2552	1,497.7
สิงหาคม 2552	397.0
กันยายน 2552	1,920.8
ตุลาคม 2552	421.7
รวม	6,031.1

บทที่ 5
อภิปรายผลการศึกษา

5.1 โครงสร้างป่า

โครงสร้างป่าของป่าชายเลนรุ่นสองบริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด มีการแบ่งเขตพันธุ์พืชอย่างชัดเจนจากบริเวณริมแม่น้ำเข้าไปในแผ่นดิน ซึ่งความแตกต่างของโครงสร้างในแต่ละเขตพันธุ์พืชขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพและอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องบางประการ เช่น การขึ้นลงของน้ำทะเล ความถี่ของการท่วมของน้ำทะเลแต่ละพื้นที่ ลักษณะของดินและการปรับตัวของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด เป็นต้น (Chapman, 1975)

เมื่อพิจารณาพันธุ์ไม้ที่พบในแปลงศึกษาถาวร ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นระดับอก (DBH) ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป มีจำนวนทั้งหมด 10 ชนิด (ตารางที่ 4.1) โดยพันธุ์ไม้แต่ละชนิดมีความสามารถในการเจริญและอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังนี้

-บริเวณด้านหน้าของแปลงศึกษาถาวรที่ติดกับริมแม่น้ำ เป็นบริเวณที่มีน้ำท่วมถึงเป็นประจำทุกวัน ลักษณะของดินเป็นดินเลนมีทรายแป้งผสม จึงพบแสมขาว (*Avicennia alba* Blume) และลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้เบิกนำ (pioneer species) เจริญอยู่มากในพื้นที่นี้ เช่นเดียวกันกับการเจริญของพืชสกุลแสมและลำพูของป่าชายเลนแถบอินโด-แปซิฟิก ที่เจริญอยู่บริเวณที่ติดกับชายฝั่งแม่น้ำที่เป็นดินเลนอ่อนปนทราย (Macnae, 1968) อีกทั้งยังเป็นพืชที่มีระบบรากหายใจแบบ pneumatophore โผล่ขึ้นมากเหนือพื้นดินเป็นจำนวนมาก มีขนาดและความสูงที่ต่างกันตามความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลง โดยในบริเวณที่มีความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลงมาก ลักษณะรากหายใจแบบ pneumatophore ของลำพูจะมีความสูงมากกว่าในบริเวณที่ความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลงน้อย (สนิท อักษรแก้ว, 2532)

-พื้นที่ต่อมาเป็นบริเวณที่ถัดเข้ามาจากกลุ่มของแสมและลำพู จะพบพืชสกุลโกงกาง (*Rhizophora* sp.) เจริญอยู่บนพื้นที่ที่เป็นดินเลนปนทรายมีน้ำท่วมถึงเป็นประจำ มีรากค้ำยัน (stilt roots) ที่แตกสาขาลงสู่ดินจำนวนมาก นอกจากนี้ยังพบว่าพืชสกุลโกงกางที่เกาะ Inhaca (Macnae และ Kalk, 1962), แถบอินโด-มาเลเซีย (Richard, 1964) และในประเทศออสเตรเลีย (Chapman, 1976) เจริญอยู่ถัดจากพืชสกุลแสมที่เจริญอยู่บริเวณริมแม่น้ำ

-สำหรับบริเวณที่อยู่ด้านในสุดของแปลงศึกษาถาวร ซึ่งเป็นบริเวณที่ถูกน้ำท่วมถึงเป็นครั้งคราว ลักษณะของดินเป็นดินร่วนปนทราย พบรากพูพอน (buttress roots) เป็นแผ่นคล้ายแผ่นกระดานบาง ๆ เจริญคดเคี้ยวออกไปด้านข้างเป็นบริเวณกว้างของตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* K.D. Koenig) และยังมีรากที่มีลักษณะคล้ายเข่า (knee roots) ของโปรงแดง (*Ceriops*

tagal C.B. Rob.) และพังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorhiza* (L.) Lam.) อยู่ในบริเวณนี้ด้วย อีกทั้งสภาพของพื้นที่บริเวณนี้มีลักษณะค่อนข้างแห้งเพราะจะถูกน้ำท่วมเมื่อน้ำขึ้นสูงสุดเท่านั้น จึงทำให้ตะบูนขาวเจริญได้ดีกว่าพืชชนิดอื่น ๆ เช่นเดียวกันกับลักษณะการเจริญของตะบูนขาวในป่าชายเลนบริเวณทางตะวันตกของประเทศมาเลเซีย ที่เจริญได้ดีในบริเวณที่มีน้ำท่วมถึงเมื่อน้ำขึ้นสูงสุดและดินค่อนข้างแห้ง (Watson, 1928)

แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบลักษณะเชิงปริมาณบางลักษณะระหว่างเขตพันธุ์พืช พบว่าในเขตไม้ตะบูนมีพื้นที่หน้าตัดรวมและความหนาแน่นของต้นไม้สูงที่สุด แต่มีเส้นผ่าน-ศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด (ตารางที่ 4.4) เนื่องจากต้นไม้ที่อยู่ในเขตไม้ตะบูนมีความหนาแน่นสูง ในบริเวณนี้จึงมีการแก่งแย่งแสงและธาตุอาหารเพื่อให้สามารถเจริญอยู่ได้ ทำให้ต้นไม้ในเขตไม้ตะบูนมีขนาดเล็ก รวมถึงมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยน้อยกว่าเขตไม้โกงกางและเขตไม้แสม-ลำพู จึงทำให้มีพื้นที่หน้าตัดรวมของต้นไม้ต่อแปลงสูงกว่าเขตพันธุ์พืชอื่น ๆ

ในขณะที่เขตไม้แสม-ลำพู เป็นเขตพันธุ์พืชที่มีพื้นที่หน้าตัดรวมและความหนาแน่นของต้นไม้น้อยที่สุด เนื่องจากต้นไม้ที่เจริญอยู่ในพื้นที่นี้ส่วนใหญ่จะเป็นพืชเบิกนำ สามารถเจริญเติบโตและอยู่รอดได้ดีบริเวณริมแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงสม่ำเสมอ รวมทั้งมีระยะเวลาที่ถูกน้ำท่วมยาวนานกว่าเขตพันธุ์พืชอื่น ๆ ปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตและอยู่รอดของลูกไม้บางชนิดเท่านั้น ซึ่งลูกไม้ที่ตั้งตัวอยู่รอดได้ในบริเวณนี้จึงเหลืออยู่น้อย ทำให้ความหนาแน่นของต้นไม้ในเขตพันธุ์พืชนี้มีปริมาณน้อยที่สุด แต่จากการที่ความหนาแน่นของต้นไม้น้อย ทำให้พืชที่อยู่ในเขตนี้มีขนาดลำต้นที่ใหญ่กว่าเขตไม้ตะบูนที่มีความหนาแน่นของต้นไม้มาก โดยแสดงให้เห็นได้จากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยในเขตไม้แสม-ลำพูที่มีค่าสูงกว่าในเขตไม้ตะบูน

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของโครงสร้างป่าในแต่ละเขตพันธุ์พืชกับมวลชีวภาพของราก พบว่าลักษณะเชิงปริมาณบางลักษณะได้แก่ พื้นที่หน้าตัดรวมและความหนาแน่นของต้นไม้ทั้ง 3 เขตพันธุ์พืช มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากบริเวณริมแม่น้ำเข้าไปยังด้านในของป่าเช่นเดียวกันกับปริมาณของมวลซากรากที่สะสมอยู่ในแต่ละเขตพันธุ์พืช ที่มีปริมาณเท่ากับ 14.99 42.04 และ 133.28 ตันต่อเฮกแตร์ ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) แต่สำหรับปริมาณมวลชีวภาพของรากทั้ง 3 เขตพันธุ์พืชที่ได้จากการประมาณด้วยสมการแอลโลเมตรีของ Komiyama และคณะ (2005) พบว่ามวลชีวภาพของรากในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนมีปริมาณเท่ากับ 118.42 263.42 และ 104.85 ตันต่อแฮกแตร์ (ตารางที่ 5.1) ซึ่งมีความสอดคล้องกับขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย โดยพบว่าเขตไม้ตะบูนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยต่ำกว่าเขตไม้แสม-ลำพู และเขตไม้โกงกางตามลำดับ รวมทั้งมีปริมาณมวลชีวภาพรากน้อยกว่าเขตพันธุ์พืชอื่น ๆ อาจมีสาเหตุมาจาก

บริเวณที่ตั้งของแต่ละเขตพันธุ์พืชที่แตกต่างกัน กล่าวคือเขตไม้แสม-ลำพูตั้งอยู่บริเวณริมแม่น้ำที่เป็นดินเลนอ่อนนุ่มกว่าเขตไม้โกงกางและเขตไม้ตะบูน ทำให้ต้นไม้ในเขตไม้แสม-ลำพูปรับตัวให้สามารถทรงตัวอยู่บนดินเลนได้จากการสร้างระบบรากหายใจจำนวนมาก ซึ่งต่างจากเขตไม้ตะบูนที่อยู่ด้านในของป่า เจริญอยู่บนพื้นที่สูง น้ำท่วมน้อย จึงไม่จำเป็นต้องสร้างระบบรากหายใจเป็นจำนวนมาก ทำให้มวลชีวภาพของรากในเขตไม้แสม-ลำพูมีปริมาณมากกว่าเขตไม้ตะบูน ในขณะที่เขตไม้โกงกางมีปริมาณมวลชีวภาพรากมากที่สุด เนื่องจากเขตไม้โกงกางมีระบบรากค้ำยันที่เกิดบริเวณลำต้นแล้วแตกสาขาโค้งลงดินเป็นจำนวนมากเพื่อช่วยให้สามารถทรงตัวอยู่ได้ อีกทั้งยังมีขนาดใหญ่และบริเวณที่เกิดก็จะสูงขึ้นไปตามอายุของต้นไม้ จึงทำให้มวลชีวภาพรากในเขตไม้โกงกางมีปริมาณมากกว่าเขตพันธุ์พืชอื่น ๆ

ตารางที่ 5.1 มวลชีวภาพรากและมวลซากรากที่สะสมในแต่ละเขตพันธุ์พืช

	เขตไม้แสม-ลำพู	**เขตไม้โกงกาง**	**เขตไม้ตะบูน**
มวลชีวภาพราก (ตันต่อเฮกแตร์)*	118.42	263.42	104.85
มวลชีวภาพรากฝอย (ตันต่อเฮกแตร์)**	0.89	0.75	1.37
มวลซากราก (ตันต่อเฮกแตร์)**	14.99	42.04	133.28

* คำนวณจากการใช้สมการแอลโลเมตรี (Komiyama และคณะ, 2005)

** คำนวณจากการศึกษาในครั้งนี้

5.2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

อุณหภูมิ

การศึกษาอุณหภูมิของดิน พบว่าอุณหภูมิของดินทั้ง 3 เขตพันธุ์พืชมีความแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อพื้นที่อยู่ห่างจากริมแม่น้ำเข้าไปยังแผ่นดินมากขึ้น เรียงลำดับได้เป็นเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากอุณหภูมิน้ำที่สูงกว่าอุณหภูมิของดิน เมื่อน้ำทะเลเข้าท่วมขังในแต่ละเขตพันธุ์พืช ความร้อนจากน้ำจะถ่ายเทลงสู่ดินจึงทำให้ดินในบริเวณริมแม่น้ำที่ถูกน้ำท่วมขังยาวนานกว่าเขตอื่น ๆ มีอุณหภูมิสูงกว่าดินในบริเวณที่อยู่ถัดเข้ามาในแผ่นดิน (Poungparn และคณะ, 2009)

นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิของดิน น้ำ และอากาศ ในรอบปีมีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนมกราคม โดยระหว่างเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนกันยายนอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่ จนกระทั่งถึงเดือนตุลาคมอุณหภูมิจะลดลงอย่างมากไปจนถึงเดือนมกราคมทั้งอุณหภูมิดิน น้ำ และอากาศ หลังจากนี้อุณหภูมิจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนเมษายน ซึ่งแนวโน้มของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงในรอบปีดังกล่าวเป็นผล

มาจากฤดูกาล โดยช่วงฤดูหนาวจะอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงมกราคมทำให้อุณหภูมิของดิน น้ำ และอากาศจะต่ำมากที่สุด สำหรับช่วงเวลาตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเมษายนจะเป็นช่วงของฤดูร้อน ซึ่งทำให้อุณหภูมิดิน น้ำ และอากาศ สูงขึ้นตามสภาพอากาศด้วย แต่เมื่อเข้าสู่เดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนกันยายนเป็นช่วงฤดูฝน สภาพอากาศจึงค่อนข้างเย็น และมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าฤดูกาลอื่น ๆ อุณหภูมิในช่วงนี้จึงมีแนวโน้มลดลงจากฤดูร้อน

ความลาดชันของพื้นที่

บริเวณพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 เขตพันธุ์พืชมีความลาดชันแตกต่างกัน (ภาพที่ 4.9) โดยบริเวณที่อยู่ริมแม่น้ำจะมีความลาดชันของพื้นที่ต่ำกว่าบริเวณที่อยู่ด้านในของป่ากล่าวคือ เขตไม้แสม-ลำพูอยู่บริเวณริมแม่น้ำที่มีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ต่ำกว่าเขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนตามลำดับ รวมถึงได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเลมากกว่าเขตพันธุ์พืชอื่น ๆ อีกทั้งพื้นที่ดังกล่าวมีองค์ประกอบของดินเป็นดินเหนียวค่อนข้างสูง มีอนุภาคขนาดเล็กกว่าอนุภาคของดินทรายที่มีอยู่มากในแผ่นดิน จึงทำให้พื้นที่ดินถูกชะล้างออกไปได้ง่ายกว่าเขตพันธุ์พืชอื่น ๆ

นอกจากนี้ปริมาณของอินทรียวัตถุที่สะสมอยู่ในแต่ละเขตพันธุ์พืช ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความลาดชันของพื้นที่ในแต่ละเขตพันธุ์พืช โดยจากการศึกษาการกระจายของซากรากในแต่ละเขตพันธุ์พืช พบว่าปริมาณของซากรากที่พบในเขตไม้แสม-ลำพูมีปริมาณน้อยกว่าเขตไม้โกงกางและเขตไม้ตะบูน ตามลำดับ ซึ่งปริมาณการสะสมของซากอินทรียวัตถุที่ยังไม่ถูกย่อยสลายในปริมาณมากจะมีส่วนช่วยให้พื้นที่นั้น ๆ มีความสูงเพิ่มขึ้นได้ (Alongi และคณะ, 2001) ดังนั้นปริมาณของซากอินทรียวัตถุจึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ความลาดชันในแต่ละเขตพันธุ์พืชมีความแตกต่างกันด้วย

ระยะเวลาที่พื้นที่ศึกษาถูกน้ำท่วม

ระยะเวลาที่พื้นที่ในแต่ละเขตพันธุ์พืชถูกน้ำท่วม มีแนวโน้มลดลงเมื่อพื้นที่ศึกษาอยู่ห่างจากแม่น้ำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งระยะเวลาที่ถูกน้ำท่วมส่งผลต่อปริมาณของออกซิเจนในดินด้วย โดยเขตไม้แสม-ลำพูอยู่บริเวณริมแม่น้ำมีระยะเวลาถูกน้ำท่วมยาวนานกว่าเขตพันธุ์พืชอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงมีผลทำให้พื้นที่ในบริเวณนั้นมีสภาพไร้ออกซิเจนนานกว่าเขตไม้โกงกางและเขตไม้ตะบูน และจากการศึกษายังพบอีกว่าระดับของน้ำใต้ดินยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อปริมาณของออกซิเจนในดินด้วย โดยในเขตไม้แสม-ลำพูมีระดับของน้ำใต้ดินอยู่ที่ระดับเดียวกับผิวดินถึงแม้ว่าจะเป็นช่วงเวลาที่น้ำลงต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับเขตไม้โกงกางและเขตไม้ตะบูนในช่วงเวลาเดียวกันที่ระดับของน้ำใต้ดินไม่ได้อยู่ระดับเดียวกับผิวดิน จึงทำให้ดินในเขตไม้โกงกางและเขตไม้ตะบูนอยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจนสั้นกว่าเขตไม้แสม-ลำพู ซึ่งปัจจัยดังกล่าวข้างต้น

จะส่งผลต่อกระบวนการทำงานของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายให้เกิดขึ้นช้าด้วย (Chimner และ Ewel, 2005)

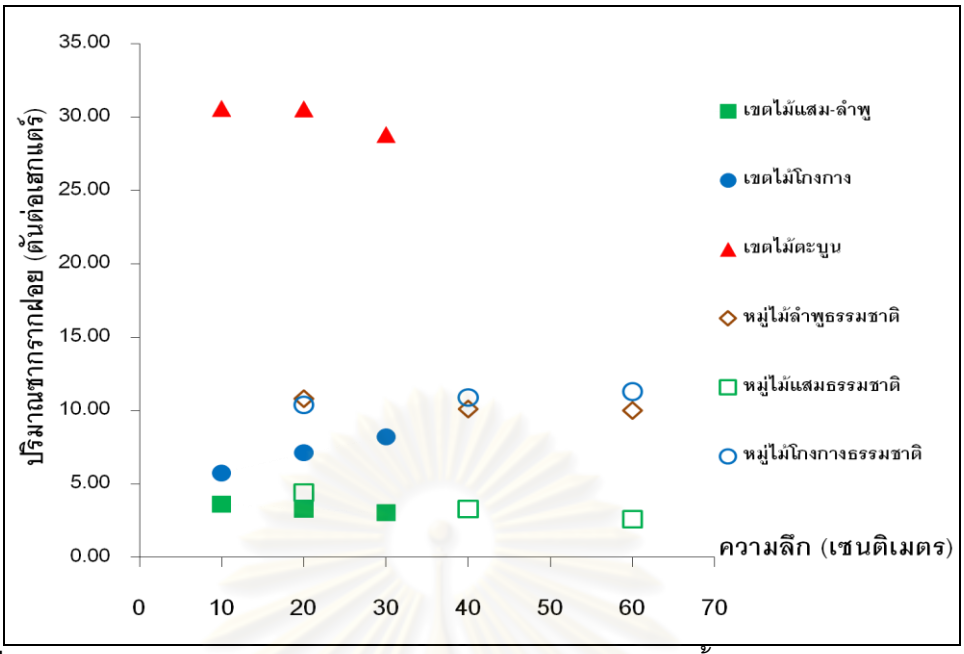
นอกจากนี้ความเป็นกรดด่างและความเค็มของดินในแต่ละเขตพันธุ์พืชยังได้รับอิทธิพลมาจากระยะเวลาการท่วมของน้ำด้วย โดยความเค็มของน้ำมีค่าสูงกว่าความเค็มของดิน เมื่อพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมเป็นเวลานาน จะทำให้ดินในบริเวณนั้นมีค่าความเค็มสูงกว่าบริเวณที่ถูกน้ำท่วมในช่วงเวลาสั้น ๆ อีกทั้งระยะเวลาในการท่วมของน้ำยังทำให้ความเป็นกรดด่างของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากริมแม่น้ำเข้าไปยังด้านในของป่า ซึ่งน้ำมีค่าความเป็นกรดมากกว่าในดิน เมื่อพื้นที่ถูกน้ำท่วมนาน จึงทำให้ดินในเขตไม้แสม-ลำพูมีค่าความเป็นกรดมากกว่าเขตไม้โกงกางและเขตไม้ตะบูน

ลักษณะของเนื้อดิน

จากลักษณะของดินทั้ง 3 เขตพันธุ์พืชมีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยในเขตไม้แสม-ลำพูและเขตไม้โกงกางเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ขณะที่เขตไม้ตะบูนเป็นดินร่วนปนทราย ซึ่งความแตกต่างของดินในแต่ละเขตพันธุ์พืชเป็นผลมาจากสัดส่วนของอนุภาคของดินเหนียว ดินร่วน และดินทราย โดยพบว่าอนุภาคดินเหนียวมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะห่างจากแม่น้ำเพิ่มมากขึ้น จากอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเล ทำให้ปริมาณของตะกอนที่เป็นดินโคลนละเอียดที่ไหลมาตามแม่น้ำลำคลองตกตะกอน บริเวณที่อยู่ริมแม่น้ำได้ดีกว่าบริเวณพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำน้อยกว่าเขตพันธุ์พืชที่อยู่ด้านในของป่า จึงทำให้อนุภาคของดินเหนียวมีมากกว่าดินทรายที่มีอยู่มากในแผ่นดิน (Aksornkoae และคณะ, 1978)

5.3 การกระจายของปริมาณซากรากตามระดับความลึก

ปริมาณของซากรากฝอยตามระดับความลึก (0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตรจากผิวดินในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกางและเขตไม้ตะบูน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากผลการศึกษาปริมาณของซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืชดังกล่าว มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Tamooh และคณะ (2008) ที่ศึกษาการสะสมของซากรากในป่าชายเลนบริเวณอ่าว Gazi ประเทศเคนย่า ที่พบว่าระดับความลึกไม่มีอิทธิพลต่อการกระจายปริมาณของซากรากบริเวณกลุ่มไม้ลำพู กลุ่มไม้แสม และกลุ่มไม้โกงกางที่ระดับความลึกของดิน 0-20 20-40 และ 40-60 เซนติเมตร (ภาพที่ 5.1)



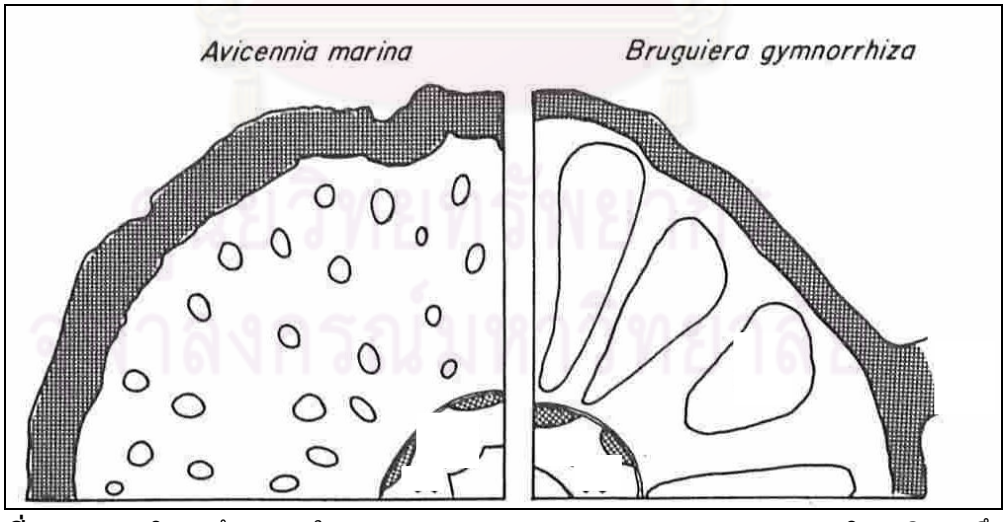
ภาพที่ 5.1 เปรียบเทียบปริมาณซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืชตั้งแต่ระดับความลึกของดิน 0 ถึง 60 เซนติเมตร ในการศึกษาครั้งนี้ (เขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน) การศึกษาในบริเวณป่าชายเลนที่ประเทศเคนย่า (Tamooh และคณะ, 2008) (หมู่ไม้ลำพูธรรมชาติ หมู่ไม้แสมธรรมชาติ และหมู่ไม้โกงกางธรรมชาติ)

แต่อย่างไรก็ตามปริมาณของซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืชที่มีปริมาณต่างกัน อาจจะเกี่ยวข้องการปรับตัวทางสรีรวิทยาของพืชในป่าชายเลน ดังเช่น ระบบรากของพืชแต่ละชนิดเนื่องจากพืชในป่าชายเลนต้องปรับตัวให้สามารถเจริญอยู่บนพื้นที่ที่เป็นดินเลนนุ่ม และดินอยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจนได้ พืชในป่าชายเลนจึงต้องสร้างระบบรากขึ้นมาเหนือพื้นดิน เพื่อใช้ในการหายใจและพยุงลำต้นให้สามารถเจริญอยู่ในสภาพแวดล้อมเหล่านี้ได้ อีกทั้งส่วนที่อยู่ใต้พื้นดินยังมีระบบรากฝอยจำนวนมาก ที่มีส่วนช่วยให้พืชในป่าชายเลนสามารถที่จะใช้น้ำและธาตุอาหารให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด (Hogarth, 1999)

การกระจายของซากรากฝอยระหว่างเขตพันธุ์พืช มีปริมาณที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าปริมาณของซากรากฝอยที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตรในเขตไม้ตะบูนมีปริมาณมากที่สุดเมื่อเทียบกับเขตไม้แสม-ลำพูและเขตไม้โกงกาง อันเป็นผลมาจากลักษณะทางกายภาพของเขตไม้ตะบูนที่มีระยะห่างจากแม่น้ำมากที่สุด และมีระดับความสูงของพื้นที่มากกว่าเขตไม้โกงกางและเขตไม้แสม-ลำพู รวมทั้งพื้นที่บริเวณนี้จะถูกน้ำท่วมเมื่อน้ำขึ้นสูงสุดเท่านั้น ทำให้เขตไม้ตะบูนมีระยะเวลาที่ถูกน้ำท่วมน้อยกว่าเขตไม้โกงกาง และเขตไม้แสม-ลำพูอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในแต่ละเขตพันธุ์พืชจะทำให้การสะสมของซากรากฝอยในดินแต่ละเขตพันธุ์พืชต่างกัน

5.4 การย่อยสลายของซากรากฝอยในเขตพันธุ์พืชต่าง ๆ

ปริมาณของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายในป่าชายเลนในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการทดลองจะลดลงอย่างรวดเร็ว มีปริมาณของซากรากฝอยเหลืออยู่เท่ากับ 0.706 0.775 และ 0.803 กรัมในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ตามลำดับ Hirobe และคณะ (2004) พบว่าปริมาณลิกนินในซากพืชเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายของซากพืช โดยซากพืชที่มีปริมาณลิกนินสูงจะมีการย่อยสลายได้ช้า ในขณะที่ซากพืชที่มีปริมาณของลิกนินต่ำ จะมีการย่อยสลายของซากพืชได้เร็ว ซึ่งจากการทดลองในช่วงประมาณ 4 สัปดาห์แรกที่ซากรากฝอยมีการย่อยสลายได้อย่างรวดเร็ว อาจจะเป็นส่วนของเนื้อเยื่อที่ไม่มีการสะสมของลิกนินถูกย่อยสลายไปก่อน โดยเนื้อเยื่อภายในของรากในส่วนที่ไม่มีการสะสมของสารประกอบฟีโนลิก มีสัดส่วนมากกว่าเนื้อเยื่อส่วนที่มีการสะสมสารประกอบฟีโนลิก (Lawton และคณะ, 1981) (ภาพที่ 5.2) หลังจาก 4 สัปดาห์จากเริ่มต้นทดลองเป็นต้นไปจนถึง 52 สัปดาห์ การย่อยสลายจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ทั้งที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตร จึงทำให้ปริมาณของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ Chimner และ Ewel (2005) ศึกษาการย่อยสลายของซากพืชส่วนของใบ กิ่ง และรากฝอยบริเวณ Freshwater wetland บนเกาะ Kosrae ของ Micronesia พบว่าการย่อยสลายของซากพืชในพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมเป็นประจำมีอัตราการย่อยสลายของซากพืชได้ดีกว่าพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมในบางฤดูกาล



ภาพที่ 5.2 แสดงโครงสร้างภายในของรากแสมทะเล และพังกาหัวสุมดอกแดง โดยบริเวณทึบแสงเป็นบริเวณที่มีการสะสมของสารประกอบฟีโนลิก และบริเวณสีขาวเป็นบริเวณที่ไม่มีการสะสมของสารประกอบฟีโนลิก (Lawton และคณะ, 1981)

เขตไม้แสม-ลำพู ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่ติดริมแม่น้ำมีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ต่ำที่สุด ทำให้พื้นที่ในบริเวณนี้มีระยะเวลาที่ถูกน้ำท่วมยาวนาน ส่งผลต่อค่าความเค็มและอุณหภูมิของดินให้มีค่ามาก รวมทั้งอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของรากแสมที่เริ่มต้นการทดลองมีค่าน้อยกว่าของรากพืชชนิดอื่น ๆ จึงทำให้การย่อยสลายซากพืชในเขตแสม-ลำพูเกิดขึ้นได้เร็วและมีปริมาณของซากพืชเหลืออยู่น้อยที่สุด ในขณะที่เขตไม้โกงกางและเขตไม้ตะบูน มีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ค่อนข้างสูงกว่าบริเวณริมแม่น้ำ มีระยะเวลาการท่วมของน้ำเป็นระยะเวลาสั้น ๆ จึงทำให้ความเค็มและอุณหภูมิต่ำกว่าในเขตไม้แสม-ลำพู อีกทั้งยังมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของรากที่เริ่มต้นการทดลองสูงกว่ารากของแสมขาว การย่อยสลายของซากรากฝอยจึงเกิดขึ้นได้ช้า

ส่วนผลของอุณหภูมิของดินต่อการย่อยสลายของซากราก สามารถอธิบายได้จากอุณหภูมิของน้ำที่สูงกว่าอุณหภูมิของดิน เมื่อพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมเป็นระยะเวลานานจะส่งผลให้ความร้อนจากน้ำถ่ายเทสู่ดินได้มากขึ้น ดังนั้นในเขตพันธุ์พืชที่มีน้ำท่วมขังนาน เช่น ในเขตไม้แสม-ลำพูที่มีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่น้อยจึงมีอุณหภูมิของดินสูงกว่าบริเวณที่ถูกน้ำท่วมเป็นระยะเวลาสั้น ๆ และยังมีผลทำให้กระบวนการหายใจของดินลดลงด้วย Poungparn และคณะ (2009) ศึกษาปริมาณ CO_2 จากการหายใจของดินในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด พบว่าอุณหภูมิของดินต่ำจะมีผลทำให้ CO_2 จากกระบวนการหายใจของดินลดลง รวมทั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินของป่าชายเลนที่เกิดขึ้นยังถูกจำกัดกับสภาพแวดล้อมในดินที่อยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจน ซึ่งจะส่งผลกระทบให้กระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นได้ช้าลง (Poret และคณะ, 2007) สำหรับกระบวนการย่อยสลายซากพืชเป็นที่ทราบกันดีว่า เป็นกระบวนการที่มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับอุณหภูมิของดิน Poret และคณะ (2007) พบว่าเมื่ออุณหภูมิของดินสูงขึ้น จะทำให้การย่อยสลายซากพืชในป่าชายเลนเกิดขึ้นได้เร็ว ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองครั้งนี้ กล่าวคือเขตไม้แสม-ลำพูเป็นเขตที่มีความลาดชันต่ำ ถูกน้ำท่วมเป็นระยะเวลานานจึงทำให้อุณหภูมิของดินสูงกว่าเขตไม้โกงกางและเขตไม้ตะบูน ทำให้ปริมาณซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายในเขตไม้แสม-ลำพูมีแนวโน้มต่ำกว่าในเขตไม้ตะบูนและเขตไม้โกงกาง

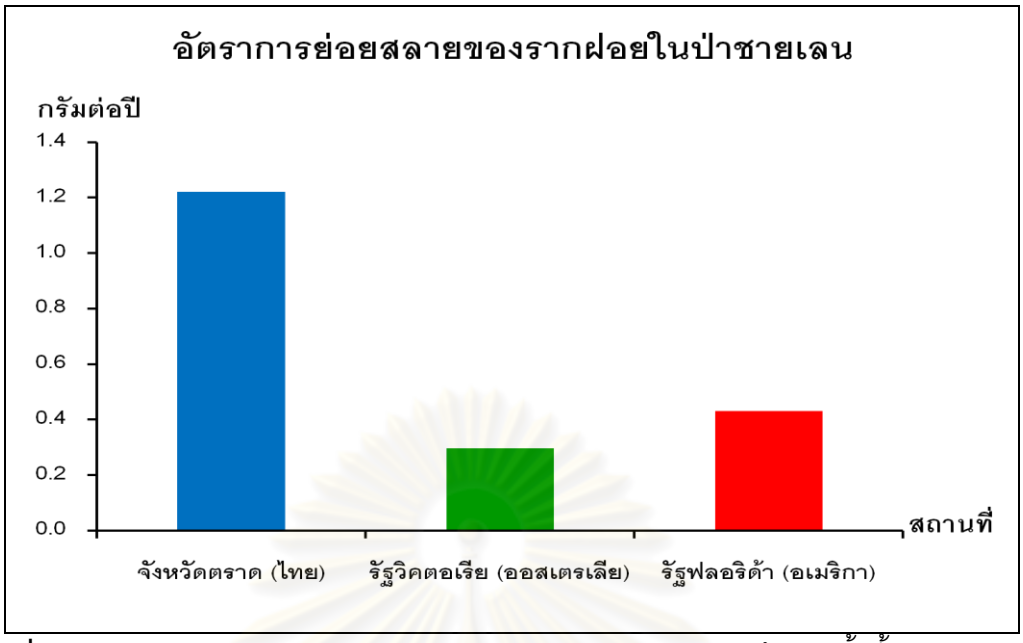
จากการตรวจสอบเอกสารเกี่ยวกับการศึกษาการย่อยสลายซากรากฝอย ในป่าชายเลนทั่วโลกตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันพบว่ามีการศึกษาค่อนข้างน้อย (ตารางที่ 5.2) เมื่อเทียบกับการศึกษาการย่อยสลายของซากพืชส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน ซึ่งจากการศึกษาการย่อยสลายของซากรากฝอยในครั้งนี้ ยังแจกแจงให้เห็นถึงอัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืชด้วย โดยพบว่าอัตราการย่อยสลาย (K) ของซากรากฝอย (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) ในป่าชายเลนมีค่าประมาณ 1.22 1.22 และ 1.29 กรัมต่อปีในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน รวมทั้งมีเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งที่เหลือจากการย่อยสลายเมื่อระยะเวลาผ่านไป 1 ปี เท่ากับ 49, 57 และ 50 เปอร์เซ็นต์ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง

และเขตไม้ตะบูน ตามลำดับ (ภาพที่ 5.3) ในขณะที่อัตราการย่อยสลายของรากในป่าชายเลนบริเวณชายฝั่งของรัฐฟลอริด้า ประเทศสหรัฐอเมริกา โดย Poret และคณะ (2007) ได้ศึกษาการย่อยสลายของรากพืช (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-4, 4-8 และ 8-12 มิลลิเมตร) ที่มีกลุ่มของ *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* และ *Conocarpus erectus* ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้เด่น พบว่าอัตราการย่อยสลายของรากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.043 – 1.022 กรัมต่อปี และมีปริมาณของรากที่เหลืออยู่หลังจากผ่านการย่อยสลาย 250 วัน มีปริมาณอยู่ระหว่าง 50-75 เปอร์เซ็นต์ Middleton และ Mckee (2001) ศึกษาการย่อยสลายของรากฝอย (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) ของ *R. mangle* และ *A. germinans* ที่ป่าชายเลนในเขตกึ่งร้อนบนเกาะ Belizean ประเทศ Belize พบว่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งของรากที่เหลือจากการย่อยสลายเมื่อระยะเวลาผ่านไป 584 วัน เท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ van der Valk และ Attiwill (1984) ศึกษาการย่อยสลายของรากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 มิลลิเมตร ในป่าชายเลนบริเวณอ่าว Westernport รัฐวิคตอเรีย ประเทศออสเตรเลีย มีอัตราการย่อยสลายของรากระหว่าง 0.26-0.29 กรัมต่อปีหลังจากการย่อยสลายผ่านไป 270 วันเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งของรากที่เหลืออยู่เท่ากับ 85 เปอร์เซ็นต์ Albright (1976) ศึกษาการย่อยสลายของรากฝอย (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร) ของแสมทะเล ในป่าชายเลนบริเวณท่าเรือ Whangateau ทางตอนเหนือของเมืองโอ๊คแลนด์ ประเทศนิวซีแลนด์ พบว่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งของรากที่เหลือจากการย่อยสลายที่ระยะเวลา 154 วัน เหลืออยู่เท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการศึกษาการย่อยสลายของรากในป่าชายเลนบริเวณต่าง ๆ ของโลก แสดงให้เห็นว่าการย่อยสลายของรากพืชป่าชายเลนในเขตร้อนย่อยสลายได้เร็วกว่ารากพืชป่าชายเลนในเขตกึ่งร้อน

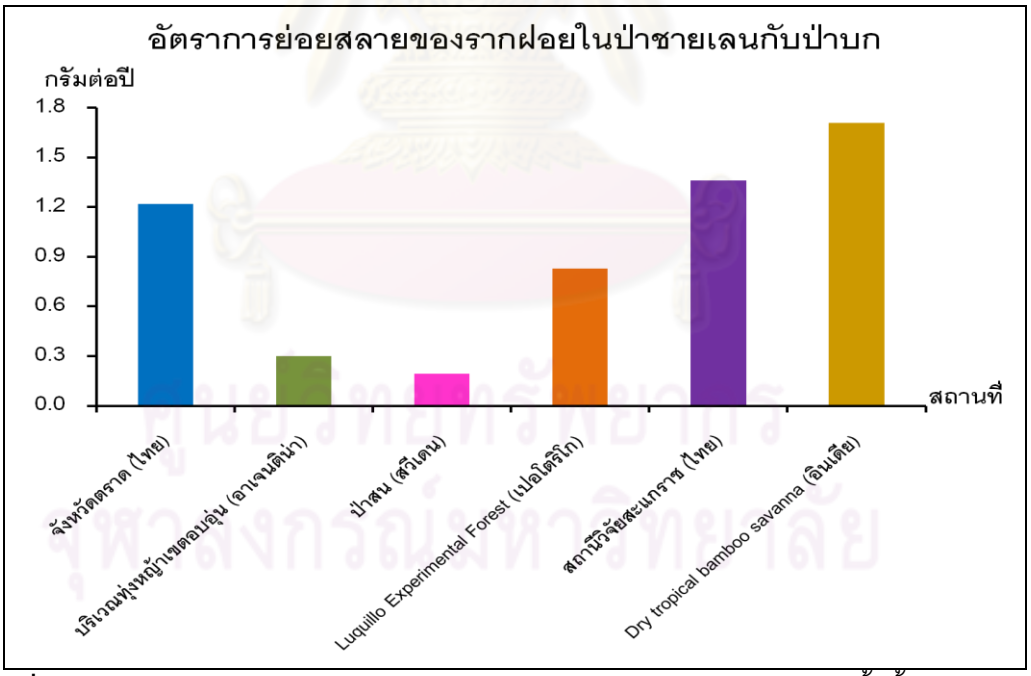
แต่อย่างไรก็ตามการย่อยสลายของรากในป่าประเภทอื่น ๆ ดังเช่น ป่าที่เป็นพื้นที่ชื้นแฉะบริเวณ Salt Marshes เมือง Catalonia ประเทศสเปน มีอัตราการย่อยสลายของราก *Sarcocornia fruticosa* เท่ากับ 0.288 กรัมต่อปี (Curco และคณะ, 2002) และป่าบกบริเวณต่าง ๆ ของโลก (ตารางที่ 5.3) ดังเช่นที่มีการศึกษาโดย Fujimaki และคณะ (2008) ศึกษาการย่อยสลายของราก (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 และ 2 – 5 มิลลิเมตร) ในป่าเต็งรังบริเวณสถานีวิจัยสะแกราช ประเทศไทย พบว่ามีอัตราการย่อยสลายของรากตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*) และ หญ้าเพ็ก (*Arundinaria pusilla*) เท่ากับ 1.27 และ 0.66 กรัมต่อปี ตามลำดับ ขณะที่ป่า dry tropical bamboo savanna ประเทศอินเดียมีอัตราการย่อยสลายของราก *Dendrocalamus strictus* เท่ากับ 1.71 กรัมต่อปี (Tripathi และ Singh, 1992), บริเวณ Luquillo Experimental Forest ประเทศเปอโตริโก มีอัตราการย่อยสลายของราก *Prestoea montana* และ *Dacryodes excelsa* เท่ากับ 0.60 และ 0.83 กรัมต่อปี ตามลำดับ (Bloomfield และคณะ, 1993), ป่า Metrosideros บนเกาะฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกามีอัตราการย่อยสลายของราก *Metrosideros polymorpha*

อยู่ระหว่าง 0.26 – 0.48 กรัมต่อปี (Ostertag และ Hobbie, 1999), ป่าสนบริเวณตอนกลางของประเทศสวีเดน มีอัตราการย่อยสลายของรากสน (Scots pine) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 2-3 3-5 5-7 7-9 และ 9-11 มิลลิเมตรเท่ากับ 0.195 0.153 0.153 0.166 0.172 และ 0.149 กรัมต่อปี ตามลำดับ (Berg, 1984) และบริเวณทุ่งหญ้าเขตอบอุ่นทางตอนกลางของประเทศอาเจนติน่า มีอัตราการย่อยสลายของราก *Poa ligularis* และ *Stipa gyneriodes* เท่ากับ 0.30 และ 0.20 กรัมต่อปี ตามลำดับ (Moretto และ Distel, 2003) จากอัตราการย่อยสลายของรากฝอยของป่าบกในบริเวณต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นถึงการย่อยสลายของรากในป่าชายเลนที่เกิดขึ้นช้ากว่าป่าบก (ภาพที่ 5.4) เนื่องมาจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันเช่น ความชื้นและการถ่ายเทอากาศในดิน กล่าวคือป่าชายเลนมีปริมาณความชื้นสูง และการถ่ายเทอากาศในดินต่ำ จึงส่งผลให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายในดินเกิดขึ้นช้ากว่าในป่าบกที่มีปริมาณความชื้นพอเหมาะและมีการถ่ายเทอากาศในดินได้ดี (Walter, 1971) ดังนั้นการย่อยสลายของซากพืชของป่าที่อยู่ในเขตเดียวกัน แต่มีปริมาณความชื้นและการถ่ายเทอากาศในดินที่แตกต่างกัน จะส่งผลให้อัตราการย่อยสลายที่เกิดขึ้นแตกต่างกันด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5.3 อัตราการย่อยสลายของรากฝอยในป่าชายเลนในการศึกษาครั้งนี้กับป่าชายเลนที่รัฐวิคตอเรีย ประเทศออสเตรเลีย (van der Valk และ Attiwill, 1984) และรัฐฟลอริด้า ประเทศสหรัฐอเมริกา (Poret และคณะ, 2007)



ภาพที่ 5.4 อัตราการย่อยสลายของรากฝอยในป่าชายเลนในการศึกษาครั้งนี้ กับป่าบกที่บริเวณทุ่งหญ้าเขตอบอุ่นทางตอนกลางของประเทศอาเจนติน่า (Moretto และ Distel, 2003) ป่าสนบริเวณตอนกลางของประเทศสวีเดน (Berg, 1984) Luquillo Experimental Forest ประเทศเปอโตริโก (Bloomfield และคณะ, 1993) สถานีวิจัยสะแกราช ประเทศไทย (Fujimaki และคณะ, 2008) และป่า dry tropical bamboo savanna ประเทศอินเดีย (Tripathi และ Singh, 1992)

ตารางที่ 5.2 การย่อยสลายของรากฝอยในป่าชายเลน

พื้นที่ศึกษา	ขนาดราก (มิลลิเมตร)	ระยะเวลาศึกษา (วัน)	ชนิดพืช	อัตราการย่อยสลาย (กรัมต่อปี)	Remaining weight (%)	เอกสารอ้างอิง
จังหวัดตราด ประเทศไทย	< 2	365	*Avicennia alba*	1.22	49	ในการศึกษาครั้งนี้
			Rhizophora sp.	1.22	57	
			Xylocarpus granatum	1.29	50	
รัฐฟลอริด้า ประเทศสหรัฐอเมริกา	1-4, 4-8, 8-12	250	*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* และ *Conocarpus erectus*	0.043– 1.022	50-75	Poret และคณะ (2007)
เกาะ Belizean ประเทศ Belize	< 2	584	*Rhizophora mangle* และ *Avicennia germinans*	-	40	Middleton และ Mckee (2001)
รัฐวิคตอเรีย ประเทศออสเตรเลีย	1-2	270	*Avicennia marina*	0.26 -0.29	85	van der Valk และ Attiwill (1984)
เมืองโอ๊คแลนด์ ประเทศนิวซีแลนด์	< 1	154	*Avicennia marina*	-	70	Albright (1976)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 การย่อยสลายของรากฝอยในป่าบก

พื้นที่ศึกษา	ขนาดราก (มิลลิเมตร)	ระยะเวลาศึกษา (วัน)	ชนิดพืช	อัตราการย่อยสลาย (กรัมต่อปี)	เอกสารอ้างอิง
สถานีวิจัยสะแกราช ประเทศไทย	<2, 2-5	395	*Hopea ferrea*	1.27	Fujimaki และคณะ (2008)
			Arundinaria pusilla	0.66	
ป่า dry tropical bamboo savanna ประเทศอินเดีย	-	-	*Dendrocalamus strictus*	1.71	Tripathi และ Singh (1992)
Luquillo Experimental Forest ประเทศเปอโตริโก	> 2	360	*Prestoea montana*	0.60	Bloomfield และคณะ(1993)
			Dacryodes excelsa	0.83	
ป่า Metrosideros บนเกาะฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา	< 2	365	*Metrosideros polymorpha*	0.26 – 0.48	Ostertag และ Hobbie (1999)
บริเวณทุ่งหญ้าเขตอบอุ่นทางตอนกลางของประเทศอาเจนติน่า	<2	365	*Poa ligularis*	0.30	Moretto และ Distel (2003)
			Stipa gyneriodes	0.20	

ตารางที่ 5.3 **(ต่อ)** การย่อยสลายของรากฝอยในป่าบก

พื้นที่ศึกษา	ขนาดราก (มิลลิเมตร)	ระยะเวลาศึกษา (วัน)	ชนิดพืช	อัตราการย่อยสลาย (กรัมต่อปี)	เอกสารอ้างอิง
ป่าสนบริเวณตอนกลางของประเทศสวีเดน	1-2	1,095	Scots pine	0.195	Berg (1984)
	2-3			0.153	
	3-5			0.153	
	5-7			0.166	
	7-9			0.172	
	9-11			0.149	
Salt Marshes เมืองCatalonia ประเทศสเปน	<2	365	*Sarcocornia fruticosa*	0.288	Curco และคณะ (2002)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับการย่อยสลายของซากพืชส่วนเหนือพื้นดิน ได้แก่ ส่วนของใบ Mackey และ Smail (1996) ศึกษาการย่อยสลายของใบแสมทะเล (*Avicennia marina*) ในป่าชายเลนบริเวณปากแม่น้ำของรัฐควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย พบว่ามีอัตราการย่อยสลายอยู่ระหว่าง 2.59 – 5.76 กรัมต่อปี การศึกษาของ Middleton และ Mckee (2001) พบว่าใบพืชในป่าชายเลนถูกย่อยสลายได้หมดภายในระยะเวลา 150 วัน โดยมีอัตราการย่อยสลายของใบ 0.20-0.43 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ในขณะที่อัตราการย่อยสลายของใบในป่าชายเลนเขตร้อนอื่น ๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.55 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน (Heald, 1971; Woodroffe, 1982; Twilley และคณะ, 1986; Robertson, 1988 และ Twilley และคณะ, 1997) ซึ่งการย่อยสลายของใบส่วนมากจะย่อยสลายได้หมดภายในระยะเวลาหนึ่งปี เมื่อเทียบกับการย่อยสลายของรากฝอยที่ช่วงระยะเวลาเดียวกันจะพบว่าปริมาณของซากรากที่เหลืออยู่มีปริมาณมากถึง 50 เปอร์เซนต์ อาจเนื่องมาจากใบที่อยู่บนพื้นป่าจะถูกกัดกินโดยสัตว์กินพืชเช่น ปู หอย หรือสัตว์หน้าดินอื่น ๆ ได้ง่ายกว่าซากรากที่อยู่ใต้ดิน อีกทั้งยังได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล ซึ่งมีส่วนทำให้เนื้อเยื่อผุเปื่อยได้ง่ายจากการชะล้างของน้ำ (Middleton และ Mckee, 2001) จึงแสดงให้เห็นได้ว่าการย่อยสลายของซากพืชในป่าชายเลนส่วนใต้พื้นดินจะเกิดขึ้นช้ากว่าการย่อยสลายส่วนเหนือพื้นดิน

นอกจากนี้ ยังพบว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของซากพืชมีความสัมพันธ์กับการย่อยสลายของซากพืช (Feller และคณะ, 1999; Bosire และคณะ, 2005) กล่าวคืออัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงจากปริมาณของคาร์บอนมากและไนโตรเจนต่ำ สามารถบ่งบอกถึงการย่อยสลายที่เกิดขึ้นน้อย แต่เมื่อปริมาณของคาร์บอนที่อยู่ในซากพืชลดลงจะทำให้อัตราส่วนดังกล่าวมีค่าลดลงตามไปด้วย จึงเป็นการบ่งชี้ถึงการย่อยสลายที่เพิ่มมากขึ้น จากการตรวจสอบเอกสารที่ศึกษาของการย่อยสลายของซากพืชในป่าชายเลน (Albright, 1976; van der Valk และ Attiwill, 1984; Mackey และ Smail, 1996 และ Middleton และ Mckee, 2001) และป่าบก (Aber และคณะ, 1990; Keplin และ Huttl, 2001; Takeda และ Abe, 2001; Chimner และ Ewel, 2005) พบว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของซากพืชที่เหลือจากการย่อยสลายมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการย่อยสลายมากขึ้น สำหรับการศึกษาครั้งนี้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายมีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาผ่านไปมากขึ้นในเขตไม้แสม-ลำพูและเขตไม้ตะบูน ในขณะที่อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในเขตไม้โกงกางหลังจาก 36 สัปดาห์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลของปริมาณของไนโตรเจนที่ลดลงจากกระบวนการ denitrification ของจุลินทรีย์ในดิน (Rivera-Monroy และ Twilley, 1996) จึงทำให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของเขตไม้โกงกางในช่วงนี้มีค่าที่สูงกว่าปกติ

5.5 ปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับปริมาณการสะสมของซากรากฝอย และการย่อยสลายของซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืช

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมเช่น อุณหภูมิ ความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ และระยะเวลาการท่วมของน้ำทะเล มีอิทธิพลต่อการกระจายและการย่อยสลายของซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืช (ตารางที่ 5.4) โดยพบว่าเมื่อพื้นที่ศึกษาอยู่ห่างจากแม่น้ำมากขึ้น ปริมาณของซากรากฝอยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในขณะที่การย่อยสลายของซากรากฝอยมีแนวโน้มลดลง ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแต่ละเขตพันธุ์พืชกล่าวคือ เขตไม้แสม-ลำพูอยู่บริเวณด้านหน้าของแปลงศึกษาถาวร มีความลาดชันของพื้นที่ต่ำกว่าบริเวณด้านในของป่า และยังได้รับอิทธิพลของการขึ้นลงของน้ำทะเลมากกว่าเขตพันธุ์พืชอื่น ๆ จึงทำให้มีระยะเวลาการท่วมของน้ำทะเลยาวนานกว่าบริเวณที่อยู่ด้านในของป่าด้วย นอกจากนี้การท่วมของน้ำทะเลและระยะเวลาการท่วมของน้ำทะเลยังส่งผลต่ออุณหภูมิของดิน เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของดิน โดยบริเวณที่ถูกน้ำท่วมเป็นระยะเวลานาน ความร้อนจากน้ำจะถ่ายเทลงสู่ดินได้ดีกว่าบริเวณที่ถูกน้ำท่วมเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ (Poungparn และคณะ, 2009) ทำให้เขตไม้แสม-ลำพูที่มีระยะเวลาการท่วมของน้ำที่ยาวนาน มีอุณหภูมิของดินสูงกว่าบริเวณด้านในของป่า ขณะที่ Poret และคณะ (2007) พบว่าอุณหภูมิของดินสูงขึ้นจะทำให้มีการย่อยสลายของซากพืชเกิดขึ้นได้เร็ว

ดังนั้นปฏิสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมในแต่ละเขตพันธุ์พืชที่เกิดขึ้น ส่งผลให้มวลชีวภาพของรากในเขตไม้แสม-ลำพูมีปริมาณมากกว่าเขตไม้ตะบูน และยังมีอัตราการย่อยสลายได้เร็วกว่าเขตพันธุ์พืชอื่น ๆ จึงทำให้ปริมาณของซากรากฝอยในเขตไม้แสม-ลำพูมีปริมาณน้อยกว่าเขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.4 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับปริมาณการสะสมของซากรากฝอย และการย่อยสลายของซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืช

	เขตไม้แสม-ลำพู	**เขตไม้โกงกาง**	**เขตไม้ตะบูน**
อัตราการย่อยสลายของซากรากฝอย (กรัมต่อปี)	1.22	1.22	1.29
ปริมาณของซากรากฝอย (ตันต่อเฮกแตร์)	9.94	21.07	89.97
อุณหภูมิของดิน (องศาเซลเซียส)	27.35	26.78	25.99
ความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ (เซนติเมตร)	0-40	30-105	65-95
ระยะเวลาการท่วมของน้ำทะเล (นาที)	370	302	115
pH	5.2	5.4	6.2
ความเค็ม	10.10	9.60	7.80
ระดับความลึกของน้ำใต้ดินวัดจากผิวดิน (เซนติเมตร)	0.00	3.50	6.10
C/N ratio	40.83	76.85	63.43
ลักษณะของเนื้อดิน	ดินร่วนปนทรายแป้ง	ดินร่วนปนทรายแป้ง	ดินร่วนปนทราย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษา

6.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาการย่อยสลายของซากรากฝอยด้วยวิธี Litter bag บริเวณป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด ในแปลงศึกษาถาวรขนาด 50x120 ตารางเมตร สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. โครงสร้างป่าชายเลนในแปลงศึกษาถาวรขนาด 50x120 ตารางเมตร มีพันธุ์ไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นระดับอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไปทั้งหมด 10 ชนิด สามารถแบ่งเขตพันธุ์พืชออกเป็น 3 เขตพันธุ์พืช คือ เขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน ตามลำดับ จากบริเวณริมแม่น้ำจนถึงด้านในของป่าเข้าไปในแผ่นดิน โดยมีพันธุ์ไม้เด่นในแต่ละเขตพันธุ์พืชดังนี้ เขตไม้แสม-ลำพู มีแสมขาว (*Avicennia alba* Blume) และลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) เป็นพันธุ์ไม้เด่น เขตไม้โกงกางมีโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume) และโกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir.) เป็นพันธุ์ไม้เด่น และเขตไม้ตะบูนมีตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* K.D. Koenig) เป็นพันธุ์ไม้เด่น

2. ศึกษาปริมาณของซากรากฝอยโดยใช้ท่อ PVC เจาะลงในดินให้ปลายท่อด้านบนเสมอกับผิวดิน (Coring method) พบว่าที่ระดับความลึกไม่มีอิทธิพลต่อการกระจายของปริมาณซากรากฝอยในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกางและเขตไม้ตะบูน เมื่อพิจารณาถึงปริมาณซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืชที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร พบว่าปริมาณของซากรากฝอยในเขตไม้ตะบูนมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 89.97±23.72 ตันต่อเฮกแตร์ต่อความลึกดิน 30 เซนติเมตร รองลงมาคือ เขตไม้โกงกางและเขตไม้แสม-ลำพูตามลำดับ เท่ากับ 21.07±6.09 และ 9.94±4.59 ตันต่อเฮกแตร์ต่อความลึกดิน 30 เซนติเมตร แต่อย่างไรก็ตามปริมาณของซากรากฝอย (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร) มีปริมาณมากกว่าซากรากขนาดอื่น ๆ (เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 มิลลิเมตร) เท่ากับ 9.94 และ 5.05 21.07 และ 20.97 89.97 และ 42.33 ตันต่อเฮกแตร์ของรากฝอยและรากขนาดอื่น ๆ ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนตามลำดับ นอกจากนี้ปริมาณของซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืชมีปริมาณที่แตกต่างกัน เพราะว่าลักษณะการเจริญของระบบรากพืชแต่ละชนิด และอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในแต่ละเขตพันธุ์พืช ส่งผลต่อการสะสมซากรากฝอยในดินแต่ละเขตพันธุ์พืชให้มีปริมาณแตกต่างกัน

3. ปริมาณของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายในช่วงระยะเวลา 52 สัปดาห์ ที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตร ของทั้ง 3 เขตพันธุ์พืชไม่แตกต่างกัน โดยมีอัตราการย่อยสลายจากรูปแบบของสมการถดถอยของการย่อยสลายแบบ Composite exponential ที่การย่อยสลายถูกแบ่งออกเป็น 2 ช่วงระยะเวลา คือ ช่วงแรกของการทดลองที่อัตราการย่อยสลายของซากรากฝอยในเขตไม้โกงกางมีค่ามากที่สุดคือ 0.3031 รองลงมาคือ เขตไม้แสม-ลำพูและเขตไม้ตะบูนเท่ากับ 0.2908 และ 0.2158 ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณของซากรากฝอยเหลืออยู่เท่ากับ 0.706 0.775 และ 0.803 กรัม ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนตามลำดับ ช่วงที่สองเป็นช่วงที่มีการย่อยสลายเกิดขึ้นช้า เขตไม้ตะบูนมีอัตราการย่อยสลายได้มากที่สุดเท่ากับ 0.0064 รองลงมาคือเขตไม้แสม-ลำพู และเขตไม้โกงกาง เท่ากับ 0.0049 และ 0.0046 ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณของซากรากฝอยเหลืออยู่เท่ากับ 0.496 0.570 และ 0.507 กรัม ในเขตไม้แสม-ลำพู เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนตามลำดับ

4. วิเคราะห์อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายในป่าชายเลนของเขตไม้โกงกางมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 76.85 รองลงมาคือเขตไม้ตะบูนเท่ากับ 63.43 และน้อยที่สุดคือเขตไม้แสม-ลำพูเท่ากับ 40.83 ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มของการย่อยสลายของซากรากฝอย ที่เขตไม้แสม-ลำพูมีการย่อยสลายได้ดีกว่าเขตไม้ตะบูนและเขตไม้โกงกางตามลำดับ

5. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแต่ละเขตพันธุ์พืชมีความแตกต่างกัน กล่าวโดยสรุปคือ เขตไม้แสม-ลำพูตั้งอยู่บริเวณริมแม่น้ำ มีความลาดชันของพื้นที่น้อยและมีระยะเวลาที่ถูกน้ำท่วมยาวนานกว่าเขตไม้โกงกางและเขตไม้ตะบูน จึงส่งผลให้อุณหภูมิของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากบริเวณริมแม่น้ำเข้าไปยังด้านในของป่า ซึ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ได้แก่ อุณหภูมิของดินและน้ำ ระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ และระยะเวลาที่พื้นที่ศึกษาถูกน้ำท่วมมีอิทธิพลต่อการย่อยสลายและการกระจายของซากรากฝอยในแต่ละเขตพันธุ์พืชของป่าชายเลน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2519. พรรณสาหร่ายบริเวณป่าชายเลน. รายงานการประชุมปฏิบัติการระบบนิเวศวิทยาของทรัพยากรธรรมชาติชายเลน ครั้งที่ 1. 202-215.

เทียมใจ คมกฤส. 2528. กายวิภาคของรากพืชป่าชายเลนบางชนิด. วารสารวิทยาศาสตร์ ม.ก. 4(2): 12-20.

เทียมใจ คมกฤส. 2529. การปรับตัวทางโครงสร้างทั้งภายนอกและภายในของไม้ป่าชายเลนบางชนิด. เอกสารเสนอในการประชุมวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 24. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญอำไพ เจนใจ. 2529. การศึกษาทางกายวิภาคของแสมขาวและแสมดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ประสิทธิ์ ไกรสูงเนิน. 2532. ลักษณะทางกายวิภาคของลำพูและลำแพน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ปวราย์ ปาจิตร์. 2551. อัตราการเวียนกลับของรากฝอยในระบบนิเวศป่าชายเลน. โครงงานวิจัยปริญญาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ. 2538. ผลผลิตการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรศิรินทร์ สุดแสง. 2544. ความเค็มและลักษณะเนื้อดินที่มีผลต่อการแบ่งแนวเขตของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน อำเภอเมือง จังหวัดตราด. โครงงานวิจัยปริญญาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริวรรณ จิระวัฒนภัณฑ์. 2545. ผลของความเค็มที่มีต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของต้นกล้าลำพู (*Sonneratia caseolaris*) และลำแพน (*Sonneratia alba*). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สง่า สรรพศรี, สนิท อักษรแก้ว, จิตต์ คงแสงไชย, ประจิม สุกสีเหลือง, เพ็ญ ธรรมโชติ, โสภณ หะวานนท์ และ นริศ ธรรมโชติ. 2530. รายงานการวิจัยการศึกษาสังคมป่าชายเลน ในประเทศไทย โดยวิธีการจัดหมวดหมู่และการวิเคราะห์ศักยภาพ. รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สนิท อักษรแก้ว. 2532. ป่าชายเลน นิเวศวิทยาและการจัดการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สนิท อักษรแก้ว และ สมชาย พานิชสุโข. 2530. พันธุ์ไม้ป่าชายเลนเมืองไทย. กรุงเทพฯ: คอมพิวเตอร์แอดเวอร์ไทซิงค์.

อุตุนิยมวิทยา, กรม. 2551. รายงานปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิเฉลี่ยของปี 2551 [Computer file].

ภาษาอังกฤษ

Aber, J.D., Melillo, J.M., and McClauherty, C.A. 1990. Predicting long-term patterns of mass loss, nitrogen dynamics, and soil organic matter formation from initial fine litter chemistry in temperate forest ecosystems. Canadian Journal of Botany. 68: 2201-2208.

Agate, A.D. 1984. Microbiology of mangrove ecosystems of southern Thailand. Final report UNDP/UNESCO regional project on mangrove ecosystems in Asia and the Pacific. Unesco. Paris.

Aksornkoae, S. 1975. Structure, regeneration and productivity of mangrove in Thailand. Ph.D. Thesis, Michigan State University. 109.

Aksonkoae, S. 1976. Mangrove plantation productivity at Amphoe Khlung, Changwat Chantaburi. Proceeding of the first Thai national seminar on mangrove ecology. Part 2(1): 65-77.

Aksornkoae, S. 1980. Ecological, management and research aspects of mangrove forests in Thailand. Proceeding of the first Thai national seminar on mangrove ecology. 1-22.

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

Albright, L.J. 1976. In situ degradation of mangrove tissues. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. 10: 385-389.

Alongi, D.M., Pfitzner, J., Trott, L.A., Tirendi, F., and Klumpp, D.W. 2005. Rapid sedimentation and microbial mineralization in mangrove forests of the Jiulongjiang estuary, China. Estuarine Coastal and Shelf Science. 63: 605-618.

Alongi, D.M., Wattayakorn, G., Pfitzner, J., Tirendi, F., Zagorskis, I., Brunskill, G.J., Davidson, A., and Clough, B.F. 2001. Organic carbon accumulation and metabolic pathways in sediments of mangrove forests in southern Thailand. Marine Geology. 179: 85-103.

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

Berg, B. 1984. Decomposition of moss litter in a mature Scots pine forest. Pedobiologia. 26: 301-308.

Bloomfield, J. 1993. Nutrient dynamics and the influence of substrate quality on the decomposition of leaves and fine roots of selected species in a lower montane tropical rain forest in Puerto Rico. Ph.D. dissertation. New Haven, Connecticut, Yale University.

Bocock, K.L. 1964. Changes in the amount of nitrogen in decomposing leaf litter of sessile oak (*Quercus petraea*). Journal of Ecology. 51: 555-566.

Bosire, J.O., Dahdouh-Guebas, F., Kairo, J.G., Kazungu, J., Dehairs F., and Koedam, N. 2005. Litter degradation and CN dynamics in reforested mangrove plantations at Gazi Bay, Kenya. Biological Conservation. 126: 287-295.

Bouyoucos, G.J. 1926. Estimation of the colloidal material in soils. Science. 64: 362.

Briggs, S.V. 1977. Estimates of biomass in a temperate mangrove community. Australian Journal of Ecology. 2: 369-373.

Burke, M. K., and Raynal, D. J. 1994. Fine root growth phenology, production, and turnover in a northern hardwood forest ecosystem. Plant and Soil. 162: 135-146.

Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H., and Baumgardner, G.A. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. Oecologia. 111: 1-11.

Chapman, V.J. 1975. Mangrove vegetation. Germany: Strause and Cramer Gmbh. 40.

Chapman, V.J. 1976. Mangrove vegetation. Germany: Strause and Cramer Gmbh. 447.

Chimner, R.A., and Ewel, K.C. 2005. A Tropical Freshwater Wetland: II. Production, decomposition, and peat formation. Wetland Ecology and Management. 13: 671-684.

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

Cintron, G., Lugo, A. E., and Martinez, R. 1985. Structural and functional properties of mangrove forests. Pp. 53-66. in: The Botany and Natural History of Panama. Darcy, W.G., and Correa, M.D.A. (eds.). Missouri Botanical Garden, Saint Louis, MO.

Clarke, L.D., and Hannon, N.J. 1967. The mangrove swamp and saltmarsh communities of the Sydney district. I. vegetation, soils and climate. Journal Ecology. 55: 753-771.

Curcó, A., Ibañez, C. J., Day, W. and Prat, N. 2002. Netprimary production and decomposition of salt marshes of the Ebre Delta (Catalonia, Spain). Estuaries. 25.

Dawes, C. 1981. Marine botany. New York: John Wiley and Sons.

DeAngelis, D.L., Gardner, R.H., and Shugart, H.H. 1981. Productivity of forest ecosystems studies during the IBP: the woodlands data set. In: D.E. Reichle, Editor, Dynamic Properties of Forest Ecosystems. International Biological Programme, Cambridge University Press 23: 567-672.

De Haan, J.H. 1931. Het een en ander over de Tijlatjap sche Vloedbosschen. Tectona. 24: 39-76.

Duke, N. C., and Pinzón, Z.S.M. 1992. Aging Rhizophora seedlings from leaf scar nodes: a technique for studying recruitment and growth in mangrove forests. Biotropica. 24: 173-186.

Ellison, A.M., Farnsworth, E.J., and Merkt, R.E. 1999. Origins of mangrove ecosystems and the mangrove biodiversity anomaly. Global Ecology and Biogeography. 8: 95-115.

Fahey, T.J., Hughes, J.W., Pu, M., and Arthur, M.A. 1988. Root decomposition and nutrient flux following whole-tree harvest of northern hardwood forest. Forest Science. 34: 744-768.

Feller, I.C. Whigham, D.F., O'Neill, J.P., and McKee, K.L.1999. Effects of nutrient enrichment on within-stand cycling in a mangrove forest. Ecology. 80: 2193-2205.

Fanning, D.S., and Fanning, M.C.B. 1989. Soil: Morphology, genesis, and classification. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.

Field, C.D. 1995. Journey amongst mangroves. International Society for Mangrove Ecosystems/ITTO, Okinawa, Japan.

Fromard, F., Puig, H., Mougin, E., Marty, G., Betoulle, J.L., and Cadamuro, L. 1998. Structure above-ground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana. Oecologia. 115: 39-53.

Fujimaki, R., Takeda, H., and Wiwatiwitaya, D. 2008. Fine root decomposition in tropical dry evergreen and dry deciduous forests in Thailand. Journal of Forest Research. 3: 338-346.

Giglioli, M.E., and King, D.F. 1966. Mangrove swamps of Keneba Lower Gambia River Basin. 3. Seasonal variations in chloride and water content of swamp soils with observations on water levels and chloride concentration of free soil water under a barren mud flat during the dry season. Journal of Applied Ecology. 3: 1-19.

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

Gledhill, D. 1963. The ecology of the Aberdeen Creek mangrove swamp. Journal Ecology. 51: 639-703.

Golley, F.B., Mcginnis, J.T., Clements, R.G., Chid, G.I., and Duever, M.J., 1975. Mineral Cycling in a Tropical Moist Forest Ecosystem. Athens: Georgia University press.

Hackney, C. T., and De La Cruz, A. A. 1980. Ambient decomposition of roots and rhizomes of two tidal marsh plants. Ecology. 61: 226-231.

Heald, E.J. 1971. The production of organic detritus in a South Florida estuary. Univ. Miami Sea Grant Tech. Bull. 6: 109.

Hirobe, M., Sabang, J., Bhatta, B.K., and Takeda, H. 2004. Leaf-litter decomposition of 15 tree species in a lowland tropical rain forest in Sarawak: decomposition rates and the initial litter chemistry. Journal of Forest Research. 9: 341-346.

Hogarth, P. J. 1999. The biology of mangroves. London: Oxford University Press. 215.

Hogg, E.H., Lieffers, V.J., and Wein, R.W. 1992. Potential carbon losses from peat profiles: effects of temperature, drought cycles, and fire. Ecological Applications. 2: 298-306.

Ho, P. 1963. Ecologie et phytogeographic dela mangrove. Bull. Soc. Biol. Vietn. 39-54.

Hutchings, P., and Saenger, P. 1987. Ecology of mangroves. St Lucia, Australia: University of Queensland Press. 388.

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

Jordan, H.D. 1964. The Relation of vegetation and soil to the development of mangrove swamps for rice growing in Sierra Leone. Journal of Applied Ecology. 1: 209-212.

Kathiresan, K., and Bingham, B.L. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. Advances in Marine Biology. 40: 81-251.

Keplin, B., and Huttl, R.F. 2001. Decomposition of root litter in *Pinus sylvestris* L. and *Pinus nigra* stands on carboniferous substrates in the Lusatian lignite mining district. Ecological Engineering. 17: 285-296.

Khan, M.N.I., Suwa, R., and Hagihara, A. 2009. Biomass and aboveground net primary production in a subtropical mangrove stand of Kandelia obovata (S.L.) Yong at Manko Wetland, Okinawa, Japan. Wetlands Ecology and Management. 17: 585–599.

Kiener, A. 1966. Contributions a l'etude ecologique et biologique des eaux saumatres malagaches. Les poisons evryhalins et leur role dans le developpement des peches. Vie Milieu. 16: 1013-1049.

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

Komiyama, A., Moriya, H., Prawiroatmodjo, S., Toma, T., and Ogino, K. 1988. Forest primary productivity. In: Ogino, K., Chihara, M. (Eds.), Biological System of Mangrove. Ehime University. 97-117.

Komiyama, A., Ogino, K., Aksornkoae, S., and 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 Tropical Ecology. 3: 97-108.

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

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

Kuenzler, E.J. 1968. Mangrove swamp system. Coastal Ecological System of the United States. Eds. H.T. Odum, B.J. Copeland and E.A. Mc Mahon. 353-383.

Kusmana, C., Sabiham, S., Abe, K., and Watanabe, H. 1992. An estimation of above ground tree biomass of a mangrove forest in east Sumatra, Indonesia. Tropics. 1: 243-257.

Lawton, J.R., Todd, A., and Naidoo, D.K. 1981. Preliminary investigations into the structure of the roots of the mangrove, *Avicennia marina* and *Bruguiera gymnorrhiza* in relation to ion uptake. New Phytologist. 88: 713-722.

Lovelock, C.E., 2008. Soil respiration and belowground carbon allocation in mangrove forests. Ecosystems. 11: 342-354.

Lugo, A. E., and Snedaker, S. C. 1974. The ecology of mangroves. Annual Reviews of Ecology and Systematics. 5: 39-64.

Mackey, A.P. 1993. Biomass of the mangrove *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. near Brisbane, south-eastern Queensland. Australian Journal of Marine Freshwater Research. 44: 721-725.

Mackey, A. P., and Smail, G.. 1996. The decomposition of mangrove litter in a subtropical mangrove forest.Hydrobiologia. 332: 93-98.

Macnae, W. 1968. A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West-Pacific region Advance. Marine Biology. 6: 73-270.

Macnae, W., and Kalk, M. 1962. The ecology of the mangrove swamps of Inhaca Island, Mocambique. Journal of Ecology. 50: 19-34.

Mall, L.P., Singh, V.P., and Garge, A., 1991. Study of biomass, litter fall, litter decomposition and soil respiration in monogeneric mangrove and mixed mangrove forests of Andaman Islands. Journal of Tropical Ecology. 32: 144-152.

Maria, G.L., Sridhar, K.R., and Barlocher, F. 2006. Decomposition of dead twigs of *Avicennia officinalis* and *Rhizophora mucronata* in a mangrove in southwestern India. Botanica Marina. 49: 450-455.

Mazda, Y., Kobashi, D., and Okada, S. 2005. Tidal-Scale Hydrodynamics within Mangrove Swamps. Wetlands Ecology and Management. 13(6): 647-655.

McClaugherty, C. A., Aber, J. D., and Melillo, J. M. 1984. Decomposition dynamics of fine roots in forested ecosystems. Oikos. 42: 378-386.

McKee, K. L., and Faulkner, P. L. 2000. Restoration of biogeochemical function in mangrove forests. Restoration Ecology. 8: 247-259.

Mepham, R.H. 1983. Mangrove floras of the southern continents. Part 1. The geographical origin of Indo-Pacific mangrove genera and the development and present status of the Australian mangroves. South African Journal of Botany. 2: 1-8.

Middleton, B.A., and McKee, K.L. 2001. Degradation of mangrove tissues and implications for peat formation in Belizean island forests. Journal Ecology. 89: 818-828.

Moretto, A.S., and Distel, R.A. 2003. Decomposition of and nutrient dynamics in leaf litter and roots of Poa ligularis and Stipa gynerioides. Journal of Arid Environments. 55: 503-514.

Naskar, K., and Mandal, R. 1999. Ecology and biodiversity of Indian mangroves. Part 1 – Global status, Part 2 – Morpho-anatomy of mangroves. Delhi: Daya Publishing House.

Olson, J.S., 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. Ecology. 44: 322-331.

Ong, J.E., Gong, W.K., and Wong, C.H., 1982. Studies on Nutrient Levels in Standing Biomass, Litter and Slash in a Mangrove Forest. BIOTROP, Bogor. 44.

Ostertag, R., and Hobbie, S.E. 1999. Early stages of root and leaf decomposition in Hawaiian forests: effects of nutrient availability. Oecologia. 121: 564-573.

Ostonen, I., Lõhmus, K., and 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.

Pandey, U., and Singh, J.S. 1982. Leaf litter decomposition in a oak conifer forest in Himalaya: the effects of climate and chemical composition. Forestry. 55: 47-59.

Poret, N., Twilley, R.R., Rivera-Monroy, V.H., and Coronado-Molina, C. 2007. Belowground decomposition of mangrove roots in Florida coastal everglades. Estuaries and Coasts. 30: 491-496.

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

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

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

Richards, P.W. 1964. The tropical rain forest. Cambridge: Cambridge University Press.

Rivera-Monroy, V.H., and Twilley, R.R. 1996. The relative role of denitrification and immobilization in the fate of inorganic nitrogen in mangrove sediments (Terminos Lagoon, Mexico). Limnol Oceangr. 41: 284-296.

Robertson, A.I. 1988. Decomposition of mangrove leaf litter in tropical Australia. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 116: 235-247.

Saenger, P. 1982. Morphological, anatomical and reproductive adaptations of Australian mangroves. Pp. 154-191. In: Clough, B.F. (Ed.) mangrove ecosystem in Australia structure, function and management. Canberra: Australian National University Press.

Saenger, P., Hegerl, E. J., and Davie J. D. S. 1983. Global status of mangrove ecosystems. [Working Group on Mangrove Ecosystems, IUCN Commission on Ecology/United Nations Environment Program/World Wildlife Fund] Environmentalist 3, supplement No. 3.

Sahavacharin, O. and Boonkerd, T. 1976. Epiphytic flowering plants in mangrove forest. Proceeding of the first Thai national seminar on mangrove ecology. 187-195.

Saintilan, N., 1997. Above- and below-ground biomasses of two patterns of biomass and ANPP in a mangrove ecosystem species of mangrove on the Hawkesbury River estuary, New South Wales. Marine Freshwater Research. 48: 147-152.

Santisuk, T. 1983. Taxonomy of the terrestrial trees and shrubs in the mangrove formations in Thailand. The UNDP/ UNESCO Regional training course on introduction to mangrove ecosystems. NRCT. Bangkok. March 2-30.

Sherman, R.E., Fahey, T.J., and Martinez, P. 2003. Spatial Patterns of Biomass and Aboveground Net Primary Productivity in a Mangrove Ecosystem in the Dominican Republic. Ecosystems. 6(4): 384-398.

Slim, F.J., Gwada, P.M., Kodjo, M., and Hemminga, M.A., 1996. Biomass and litterfall of *Ceriops tagal* and *Rhizophora mucronata* in the mangrove forest of Gazi Bay, Kenya. Marine and Freshwater Research. 47: 999-1007.

Smitinand, T. 1976. The botany of mangrove forest in Thailand. Proceeding of the first Thai national seminar on mangrove ecology. 222-256.

Spalding, M.D., Blasco, F., and Field, C.D. 1997. World Mangrove Atlas. The International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan.

Steenis, C.G.G.J. Van. 1958. Rhizophoraceae. Flora Malesiana. 5: 431-493.

Swift, M.J., Heal, O.W., and Anderson, J.M. 1979. Decomposition in Terrestrial Ecosystems. Berkeley: Univ. Calif. Press. 509.

Tabuchi, R., Ogino, K., Aksornkoae, S., and Sabhasri, S. 1983. Fine root amount of mangrove forest : A preliminary survey. Indian Journal Plant Science. 1: 31-40.

Takeda, H., and Abe, T. 2001. Templates of food–habitat resources for the organization of soil animals in temperate and tropical forests. Ecological Research. 16: 961-973.

Takeda, H., and Tian, X. 2003. Decomposition of leaf litter in DDF and DEF in the Sakaerat field station. In: Takeda H, Khamyong S, Wiwatiwitaya D (eds) Final report for NRCT project: decomposition and nutrient cycling processes in tropical seasonal forests in Thailand. Kyoto University, Kyoto. 52–68.

Tamai, S., Nakasuga, T. Tabuchi R., and Ogino,K. 1986. Standing biomass of mangrove forests in southern Thailand. Journal Japan Forest Society. 68: 384-388.

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

Thornton, I., and Giglioli, M.E.C. 1965. The mangrove swamps of Keneba, lower Gambia river basin. 11. Sulphur and pH in the profiles of swamp soils. Journal of Applied Ecology. 1(2): 257-269.

Tomlinson, P.B. 1986. The botany of mangrove. Cambridge: Cambridge University press. 419.

Tomlinson, P.B. 1988. The botany of mangroves. Cambridge: Cambridge University Press. 413.

Tripathi, S.K., and Singh, K.P. 1992. Abiotic and litter quality control during decomposition of different plant parts in a dry tropical bamboo savanna in India. Pedobiologia. 36: 241-256.

Trumbore, S.E., and Gaudinski, J.B. 2003. The secret lives of roots. Science. 302: 1344-1345.

Tupacz, E.G., and Day, F.P. 1990. Decomposition of roots in a seasonally flooded swamp ecosystem. Aquatic Botany. 37: 199-214.

Twilley, R. R., Lugo, A. E., and Patterson-Zucca, C. 1986. Litter production and turnover in basin mangrove forests in south west Florida.Ecology. 67: 670-683.

Twilley, R. R., Pozo, M. Garcia, V. H. Rivera-Monroy, V. H. Zambrano,R., and Bodero, A. 1997. Litter dynamics in riverine mangrove forests in the Guayas River Estuary, Ecuador. Oecologia. 111: 109-122.

Usman, S., Singh, S. P., and Rawat, Y. S. 1999. Fine root productivity and turnover in two evergreen central Himalayan forests. Annals of Botany. 84: 87-94.

Van der Valk, A. G., and Attiwill P. M., 1984. Decomposition of leaf and root litter of *Avicennia marina* at Westernport Bay, Victoria, Australia. Aquatic Botany. 18: 205-221.

Waksman, S.A., and Tenney, F.G. 1928. Composition of natural organic materials and their decomposition in the soil. III. The influence of nature of plant on the rapidity of its decomposition. Soil Science. 26: 155-171

Walsh, G.E. 1974. Mangrove a review in ecology of halophytes. Academic Press. 51-174.

Walter, H. 1971. Ecology of tropical and subtropical vegetation. Edinburgh: Oliver and Boyd.

Walter, H., and Steiner, M. 1936. Die Okologie der Ost-Afrikanischen Mangroven. Zeitschr Botany. 30: 65-193.

Watson, J.G. 1928. Mangrove forests of the Malayan Peninsula, Malay. For. Rec. Singapore: fraser and Neave, Ltd. Press. 275.

Wells, A.G. 1982. Mangrove vegetation of northern Australia. In: Clough, B.F. (Ed.), mangrove ecosystem in Australia – structure, function and management. Canberra: ANU Press. 57-58.

Whendee, L.S., and Miya, R.K. 2001. Global patterns in root decomposition: comparisons of climate and litter quality effects. Oecologia. 129: 407-419.

Witkamp, M. 1996. Rates of Carbon Dioxide Evolution from the Forest Floor. Ecology. 47: 492-494.

Woodroffe, C.D., 1982. Litter production and decomposition in the New Zealand mangrove, *Avicennia marina* var. *resinifera*. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. 16: 179-188.

Xiao, C.W., Sang, W.G., and Wang, R.Z. 2008. Fine root dynamics and turnover rate in an Asia white birch forest of Donglingshan Mountain, China. Forest Ecology and Management. 255: 765-773.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ.1 หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	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
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	484	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
2	485	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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* Blume	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	488	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
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	425	แสมขาว	Avicennia alba Blume	Acanthaceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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
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
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	476	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
5	C705	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
5	C706	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	477	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
6	C709	แสมขาว	Avicennia alba Blume	Acanthaceae
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
7	435	แสมขาว	Avicennia alba Blume	Acanthaceae
7	436	แสมขาว	Avicennia alba Blume	Acanthaceae
7	437	แสมขาว	Avicennia alba Blume	Acanthaceae
7	C708	แสมขาว	Avicennia alba Blume	Acanthaceae
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
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	478	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
9	493	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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
10	495	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	496	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
10	497	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
11	J299	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
13	703	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
13	704	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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
14	708	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
14	709	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
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
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	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
16	731	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
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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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	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
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
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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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 apiculata* Blume	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
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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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
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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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
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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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
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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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
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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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
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.Koenig	Meliaceae
31	60	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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
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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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.Koenig	Meliaceae
33	105	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangula* (Lour.) Poir.	Rhizophoraceae
33	106	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	107	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
33	108	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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
33	113	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
33	114	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
33	115	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
33	116	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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 sexangula* (Lour.) Poir.	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.Koenig	Meliaceae
34	128	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangula* (Lour.) Poir.	Rhizophoraceae
34	129	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangula* (Lour.) Poir.	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.Koenig	Meliaceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
34	134	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
34	135	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
34	136	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
35	137	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangula* (Lour.) Poir.	Rhizophoraceae
35	138	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
35	139	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
35	140	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangula* (Lour.) Poir.	Rhizophoraceae
35	141	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
35	142	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
35	143	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
35	144	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
35	145	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
35	146	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
35	147	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
35	148	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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.Koenig	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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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
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.Koenig	Meliaceae
37	189	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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.Koenig	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.Koenig	Meliaceae
38	200	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
38	201	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
38	203	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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.Koenig	Meliaceae
38	208	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
38	209	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
38	210	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
38	211	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
38	212	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
38	213	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
38	214	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
38	215	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
38	459	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
38	C712	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
39	216	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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* Blume	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.Koenig	Meliaceae
39	230	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
39	231	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
39	232	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangula* (Lour.) Poir.	Rhizophoraceae
39	233	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
39	234	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
39	235	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
39	236	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
39	237	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
39	238	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
39	239	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
39	341	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
40	240	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
40	241	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
40	242	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
40	243	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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.Koenig	Meliaceae
40	248	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
40	249	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
40	250	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	251	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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.Koenig	Meliaceae
40	257	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	258	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	259	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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.Koenig	Meliaceae
40	264	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
40	265	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
40	266	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	460	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
41	267	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	268	หงอนไก่ทะเล	*Heritiera littoralis* W.T. Aiton	Sterculiaceae
41	269	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
41	274	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	275	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	276	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
41	277	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	278	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
41	279	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
41	280	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
41	281	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
41	282	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
41	283	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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.Koenig	Meliaceae
41	289	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
41	290	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
41	291	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
41	292	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
41	293	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	294	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
41	295	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	296	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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.Koenig	Meliaceae
41	C716	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
41	C717	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
42	304	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
42	305	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	306	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	307	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
42	308	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	309	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	310	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	311	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	312	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	313	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
42	314	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	315	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
42	316	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	317	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	318	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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.Koenig	Meliaceae
42	323	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
42	324	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	325	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	326	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	327	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	328	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	329	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	330	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	331	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	332	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	333	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	334	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	335	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	336	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	337	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	338	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	339	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	340	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
42	342	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	343	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	344	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
43	345	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
43	346	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	347	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	348	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	349	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	350	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
43	351	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	352	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	353	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	354	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	355	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
43	356	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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.Koenig	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* W.T. Aiton	Sterculiaceae
43	366	หงอนไก่ทะเล	*Heritiera littoralis* W.T. Aiton	Sterculiaceae
43	367	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	368	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	369	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
43	370	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	371	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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.Koenig	Meliaceae
43	378	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	379	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
43	461	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	380	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
44	381	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
44	382	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	383	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
44	384	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
44	385	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
44	386	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
44	387	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
44	388	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
44	389	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
44	390	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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.Koenig	Meliaceae
44	396	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	397	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
44	398	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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
45	20	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	21	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
45	22	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
47	42	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
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
49	47	แสมขาว	*Avicennia alba* Blume	Acanthaceae
49	48	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
49	49	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
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
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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
50	79	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	80	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
50	81	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
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

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
52	116	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
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	129	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
53	130	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
54	151	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	152	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
54	153	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	154	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	155	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	156	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	Rhizophoraceae
54	157	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	158	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	159	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
54	160	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
54	161	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
54	162	โกงกางใบใหญ่	*Rhizophora mucronata* Poir.	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.Koenig	Meliaceae
54	171	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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.Koenig	Meliaceae
54	180	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	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
54	185	พังกาหัวสุมดอกขาว	*Bruguiera sexangula* (Lour.) Poir.	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.Koenig	Meliaceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
55	190	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
55	191	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
55	192	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
55	193	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
55	194	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
55	195	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
55	196	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
55	197	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
55	198	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
55	199	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
55	200	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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.Koenig	Meliaceae
55	212	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	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
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.Koenig	Meliaceae
55	225	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
55	226	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
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.Koenig	Meliaceae
56	133	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
56	134	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	135	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	136	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	137	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	138	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
56	139	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
56	140	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	141	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
56	142	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
56	143	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	144	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
56	145	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
56	146	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	147	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	148	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	149	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	150	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	151	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
56	152	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
56	153	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
56	154	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	155	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
56	156	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	157	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	158	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	159	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	160	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	161	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	162	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	163	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	164	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
57	165	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	166	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	167	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	168	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	169	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	170	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	171	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	172	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
57	173	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	174	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	175	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	176	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	177	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	178	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	179	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	180	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	181	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	182	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	183	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
57	184	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
57	185	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	186	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	187	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	188	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	189	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	190	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	191	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	192	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	193	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	194	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	195	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	196	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	197	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
57	198	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
57	199	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	201	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	202	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
58	203	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	204	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	205	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	206	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	207	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	208	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	209	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	210	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	211	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	212	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	213	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	214	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	215	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	216	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	217	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	218	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	219	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	220	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	221	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	222	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	223	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	224	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	225	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	226	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	227	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	228	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	229	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	230	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
58	231	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	232	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	233	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	234	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	235	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
58	236	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	237	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	238	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
58	239	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
58	240	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	241	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
59	242	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
59	243	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
59	245	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
59	246	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
59	247	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	248	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	249	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
59	250	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
59	251	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	252	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	253	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
59	254	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	255	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	256	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	257	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	258	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	259	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
59	260	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
59	261	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
59	262	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	263	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
59	264	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	265	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
59	266	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
59	267	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	268	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	269	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	270	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	271	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	272	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	273	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	274	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	275	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
60	276	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	277	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ) หมายเลขและชนิดของต้นไม้ในแปลงศึกษาถาวร

แปลงศึกษาตัวอย่างย่อย	หมายเลขของต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์
60	278	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	279	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	280	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	281	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	282	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	283	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	284	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	285	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	286	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
60	287	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	288	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	289	โกงกางใบเล็ก	*Rhizophora apiculata* Blume	Rhizophoraceae
60	290	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	291	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	292	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	293	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	294	โปรงแดง	*Ceriops tagal* C.B. Rob.	Rhizophoraceae
60	295	ตะบูนขาว	*Xylocarpus granatum* K.D.Koenig	Meliaceae
60	296	พังกาหัวสุมดอกแดง	*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Lamk.	Rhizophoraceae
60	297	ฝาดดอกแดง	*Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt	Combreataceae

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์เนื้อดินโดยวิธีไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer method)

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Sedimentation Cylinder
2. Dispersing apparatus
3. Hydormeter
4. Thermometer
5. Plunger
6. Beaker 125 ml.
7. Wash bottle
8. นาฬิกาจับเวลา

3.2 สารเคมี

1. สารละลาย calgon 5% เตรียมโดย Sodium hexameta phosphate 50 กรัม Sodium carbonate 8.3 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร
2. Amyl alcohol

3.3 วิธีการ

ชั่งดิน (ที่ผ่านการร่อนผานตะแกรงขนาดตา 2 มม.) หนัก 50 กรัม ใส่ Beaker 125 ml. แล้วเติมสารละลาย calgon 5% 100 ml. แช่ทิ้งค้างคืน ถ่ายสารละลายดินลงใน Dispersion cup ใช้ขวดฉีดน้ำล้างเอาดินที่ติดใน Beaker ให้หมด แล้วปั่น 3 นาที ถ่ายสารละลายดินที่ปั่นแล้วลงใน Sedimentation Cylinder ล้างดินที่ดินอยู่ใน cup ให้หมดด้วยขวดฉีดน้ำ เติมน้ำกลั่นลงไปจนถึงขีดล่างของ Cylinder (1130 ml.) โดยในขณะนี้มี Hydrometer ลอยอยู่ด้วย เอา Hydrometer ออกแล้วใช้ Plunger กวนให้ได้สารแขวนลอยดินที่สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง ใช้เวลาการกวนราว 1 นาที (ในขณะนี้ถ้ามีฟองเกิดขึ้นมากให้กำจัดฟองโดย Amyl alcohol หยดลงไป 2-3 หยด จนหมดฟอง) จากนั้นค่อย ๆ หย่อน Hydrometer ลงไปใหม่ แล้วอ่านค่าบนก้าน Hydrometer เมื่อครบ 40 วินาที สมมติให้อ่านได้เท่ากับ Rt 40s หน่วยเป็น กรัม/ลิตร ในขณะนั้นให้วัดค่าอุณหภูมิของสารละลายดินนั้นด้วยสมมติให้อ่านได้ T 40s°C ทำ Blank คือส่วนของสารละลาย Calgon 5% ดำเนินวิธีการคล้ายข้างต้นทั้งหมด (แต่ไม่มีตัวอย่างดินอยู่) ดังนั้นจะได้ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer อีก 1 ค่า สมมติให้อ่านได้เท่ากับ Cr 40s กรัม/ลิตร อ่านอุณหภูมิได้ r 40s°C ปล่อยทิ้งไว้และวัดค่าสารละลายดินอีกครั้งหนึ่ง เมื่อจับเวลาครบ 2 ชั่วโมง ค่า Hydrometer วัดได้ในครั้งนี้ สมมติให้อ่านได้ Rt 2h กรัม/ลิตร วัดอุณหภูมิเท่ากับ T 2h°C ให้อ่านค่า Hydrometer ใน Blank ที่ 2 ชั่วโมงด้วย สมมติให้อ่านได้ Cr 2h กรัม/ลิตร อ่านอุณหภูมิได้ r 2h°C นำค่าต่าง ๆ ที่วัดได้ไปคำนวณหากลุ่ม

3.4 วิธีคำนวณ

สมมติให้ Rs 40s = กลุ่มอนุภาคซิลท์+กลุ่มอนุภาคดินเหนียว กรัม/ลิตร

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

สมมติให้ Rs 2h = กลุ่มอนุภาคดินเหนียว กรัม/ลิตร

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

กลุ่มอนุภาคซิลท์ = **(1) – (2)**……...……...**(3)** กรัม/ลิตร

กลุ่มอนุภาคทราย = 50 – **(3)**……..**(4)** กรัม/ลิตร

เนื่องจากสารละลายดิน 1130 ml.ได้จากดิน 50 กรัม

ดังนั้น % ดินเหนียว = 2 x **(2)**

% ดินซิลท์ = 2 x **(3)**

% ดินทราย = 2 x **(4)**

อ่านชื่อ texture ของดินได้จากได้อะแกรมสามเหลี่ยม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ.1 น้ำหนักของรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตร ในเขตไม้แสม-ลำพู

สัปดาห์	5 เซนติเมตร	20 เซนติเมตร
0	1.000±0.000	1.000±0.000
2	0.854±4.239	0.850±6.425
4	0.691±3.871	0.720±8.786
6	0.685±3.518	0.718±1.708
8	0.635±12.735	0.698±3.179
12	0.588±6.380	0.610±7.829
16	0.623±4.162	0.551±4.071
20	0.640±4.143	0.600±3.634
24	0.549±2.520	0.574±1.134
28	0.536±8.141	0.550±1.595
32	0.580±1.140	0.487±8.182
36	0.550±1.709	0.526±11.340
40	0.520±5.065	0.537±9.197
44	0.503±7.066	0.529±5.233
48	0.516±2.373	0.516±5.271
52	0.475±4.090	0.518±2.525

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ.2 น้ำหนักของรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายที่ระดับความลึก 5 และ 20เซนติเมตร ในเขตไม้โกงกาง

สัปดาห์	5 เซนติเมตร	20 เซนติเมตร
0	1.000±0.000	1.000±0.000
2	0.880±1.154	0.856±2.886
4	0.761±1.319	0.789±2.549
6	0.744±0.625	0.715±1.220
8	0.723±0.508	0.691±5.166
12	0.644±2.710	0.655±4.273
16	0.648±3.728	0.713±4.734
20	0.681±2.486	0.644±2.281
24	0.641±4.246	0.648±1.965
28	0.616±3.128	0.641±2.696
32	0.574±3.380	0.569±1.580
36	0.562±3.488	0.562±2.100
40	0.574±1.812	0.600±2.782
44	0.562±1.258	0.572±1.224
48	0.590±2.415	0.576±6.438
52	0.571±1.806	0.569±1.417

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ.3 น้ำหนักของรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตร ในเขตไม้ตะบูน

สัปดาห์	5 เซนติเมตร	20 เซนติเมตร
0	1.000±0.000	1.000±0.000
2	0.877±6.501	0.864±3.689
4	0.815±5.387	0.791±3.162
6	0.747±1.525	0.745±3.310
8	0.728±3.686	0.728±1.569
12	0.684±1.603	0.655±3.430
16	0.636±3.492	0.656±3.458
20	0.630±2.683	0.611±1.763
24	0.572±1.314	0.572±4.062
28	0.587±2.554	0.561±2.207
32	0.560±2.052	0.545±3.208
36	0.561±0.137	0.546±2.738
40	0.559±1.882	0.554±2.040
44	0.512±1.409	0.502±2.498
48	0.530±2.916	0.490±3.036
52	0.516±3.224	0.497±1.294

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ.4 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของน้ำหนักของรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตรในแต่ละเขตพันธุ์พืช โดยวิธี One-way ANOVA

เขตไม้แสม-ลำพู

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
เขตไม้แสม-ลำพู ความลึก 5 ซม.	48	61.9069	14.07626	2.03173	44.19	100.00
เขตไม้แสม-ลำพู ความลึก 20 ซม.	48	60.6252	13.14883	1.89787	39.28	100.00
Total	96	61.2660	13.56387	1.38436	39.28	100.00

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	39.424	1	39.424	0.213	0.646
Within Groups	17438.543	94	185.516		
Total	17477.967	95			

เขตไม้โกงกาง

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
เขตไม้โกงกาง ความลึก 5 ซม.	48	67.3888	12.38236	1.78724	53.30	100.00
เขตไม้โกงกาง ความลึก 20ซม.	48	67.4608	12.07113	1.74232	50.32	100.00
Total	96	67.4248	12.16326	1.24141	50.32	100.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ.4 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของน้ำหนักของรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตรในแต่ละเขตพันธุ์พืช โดยวิธี One-way ANOVA (ต่อ)

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.125	1	0.125	0.001	0.977
Within Groups	14054.642	94	149.517		
Total	14054.766	95			

เขตไม้ตะบูน

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
เขตไม้ตะบูน ความลึก 5 ซม.	48	64.7140	12.93915	1.86761	48.90	100.00
เขตไม้ตะบูน ความลึก 20ซม.	48	63.7296	13.58288	1.96052	46.54	100.00
Total	96	64.2218	13.20419	1.34765	46.54	100.00

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	23.256	1	23.256	0.132	0.717
Within Groups	16540.061	94	175.958		
Total	16563.317	95			

ตารางที่ ผ.6 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณของซากรากฝอยที่ได้จากการศึกษาการกระจายของซากรากที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตรในแต่ละเขตพันธุ์พืช โดยวิธี One-way ANOVA

เขตไม้แสม-ลำพู

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
0-10	10	3.6150	1.60323	0.50699	1.20	7.01
10-20	10	3.2790	1.20300	0.38042	1.67	5.38
20-30	10	3.0400	3.96813	1.25483	0.57	14.03
Total	30	3.3113	2.48819	0.45428	0.57	14.03

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.669	2	0.83	0.13	0.88
Within Groups	177.873	27	6.59		
Total	179.542	29			

เขตไม้โกงกาง

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
0-10	10	5.7380	2.86805	0.90696	2.78	10.70
10-20	10	7.1220	2.47947	0.78408	3.62	10.81
20-30	10	8.2080	2.21654	0.70093	5.41	11.76
Total	30	7.0227	2.65376	0.48451	2.78	11.76

ตารางที่ ผ.6 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณของซากรากฝอยที่ได้จากการศึกษาการกระจายของซากรากที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตรในแต่ละเขตพันธุ์พืช โดยวิธี One-way ANOVA (ต่อ)

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	30.653	2	15.326	2.38	0.11
Within Groups	173.578	27	6.429		
Total	204.231	29			

เขตไม้ตะบูน

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
0-10	15	30.6020	17.13674	4.42469	9.19	74.86
10-20	15	30.5653	14.46856	3.73577	0.00	57.99
20-30	15	28.7973	11.63489	3.00411	0.00	49.39
Total	45	29.9882	14.27745	2.12836	0.00	74.86

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	31.92	2.00	15.96	0.08	0.93
Within Groups	8937.28	42.00	212.79		
Total	8969.20	44.00			

ตารางที่ ผ.7 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณของซากรากฝอยที่ได้จากการศึกษาการกระจายของซากรากในแต่ละเขตพันธุ์พืช โดยวิธี One-way ANOVA

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
เขตไม้แสม-ลำพู	10	9.9330	4.59989	1.45461	4.93	20.48
เขตไม้โกงกาง	10	21.0690	6.08662	1.92476	11.97	29.89
เขตไม้ตะบูน	15	89.9627	23.71600	6.12345	54.77	147.17
Total	35	47.4131	40.78019	6.89311	4.93	147.17

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	48144.679	2	24072.340	91.725	0.000
Within Groups	8398.135	32	262.442		
Total	56542.814	34			

LSD

	(I) zone	(J) zone	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
LSD	เขตไม้แสม-ลำพู	เขตไม้โกงกาง	-11.13600	7.24488	0.134
		เขตไม้ตะบูน	-80.02967*	6.61364	0.000
	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้แสม-ลำพู	11.13600	7.24488	0.134
		เขตไม้ตะบูน	-68.89367*	6.61364	0.000
	เขตไม้ตะบูน	เขตไม้แสม-ลำพู	80.02967*	6.61364	0.000
		เขตไม้โกงกาง	68.89367*	6.61364	0.000

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ ผ.8 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณของซากรากขนาดอื่น ๆ ที่ได้จากการศึกษาการกระจายของซากรากที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตรในแต่ละเขตพันธุ์พืช โดยวิธี One-way ANOVA

เขตไม้แสม-ลำพู

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
0-10	10	1.7390	0.69108	0.21854	0.64	3.37
10-20	10	1.7330	0.94290	0.29817	0.34	3.10
20-30	10	1.5840	1.10222	0.34855	0.16	3.80
Total	30	1.6853	0.89805	0.16396	0.16	3.80

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.154	2	0.08	0.09	0.91
Within Groups	23.234	27	0.86		
Total	23.388	29			

เขตไม้โกงกาง

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
0-10	10	4.1480	5.38167	1.70183	0.00	17.35
10-20	10	9.0990	8.09320	2.55929	0.50	21.72
20-30	10	7.7230	7.20823	2.27944	1.56	23.21
Total	30	6.9900	7.06718	1.29029	0.00	23.21

ตารางที่ ผ.8 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณของซากรากขนาดอื่น ๆ ที่ได้จากการศึกษาการกระจายของซากรากที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตรในแต่ละเขตพันธุ์พืช โดยวิธี One-way ANOVA (ต่อ)

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	130.621	2	65.311	1.338	0.279
Within Groups	1317.786	27	48.807		
Total	1448.408	29			

เขตไม้ตะบูน

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
0-10	15	12.7593	8.19101	2.11491	3.42	37.30
10-20	15	15.8973	8.66237	2.23661	5.05	36.79
20-30	15	13.6727	7.46415	1.92723	0.00	29.55
Total	45	14.1098	8.04526	1.19932	0.00	37.30

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	78.152	2	39.076	0.59	0.56
Within Groups	2769.798	42	65.948		
Total	2847.950	44			

ตารางที่ ผ.9 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณของซากรากขนาดอื่น ๆ ที่ได้จากการศึกษาการกระจายของซากรากในแต่ละเขตพันธุ์พืช โดยวิธี One-way ANOVA

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
เขตไม้แสม-ลำพู	10	5.0550	1.60666	.50807	1.97	7.06
เขตไม้โกงกาง	10	20.9720	14.59610	4.61569	4.03	46.83
เขตไม้ตะบูน	15	42.3300	13.00970	3.35909	22.22	74.08
Total	35	25.5777	19.51147	3.29804	1.97	74.08

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8633.530	2	4316.765	32.049	0.000
Within Groups	4310.180	32	134.693		
Total	12943.710	34			

LSD

	(I) zone	(J) zone	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
LSD	เขตไม้แสม-ลำพู	เขตไม้โกงกาง	-15.91700*	5.19024	0.004
		เขตไม้ตะบูน	-37.27500*	4.73802	0.000
	เขตไม้โกงกาง	เขตไม้แสม-ลำพู	15.91700*	5.19024	0.004
		เขตไม้ตะบูน	-21.35800*	4.73802	0.000
	เขตไม้ตะบูน	เขตไม้แสม-ลำพู	37.27500*	4.73802	0.000
		เขตไม้โกงกาง	21.35800*	4.73802	0.000

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ ผ.10 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณของรากฝอยที่ได้จากการศึกษาการกระจายของซากรากที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ในแต่ละเขตพันธุ์พืช โดยวิธี One-way ANOVA

เขตไม้แสม-ลำพู

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
0-10	10	0.3850	0.34190	0.10812	0.00	1.04
10-20	10	0.2900	0.26432	0.08359	0.00	0.81
20-30	10	0.2210	0.19093	0.06038	0.00	0.57
Total	30	0.2987	0.27194	0.04965	0.00	1.04

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.136	2	0.068	0.911	0.414
Within Groups	2.009	27	0.074		
Total	2.145	29			

เขตไม้โกงกาง

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
0-10	10	0.3258	0.33134	0.10478	0.00	0.84
10-20	10	0.2376	0.25757	0.08145	0.00	0.75
20-30	10	0.1878	0.17494	0.05532	0.00	0.41
Total	30	0.2504	0.25986	0.04744	0.00	0.84

ตารางที่ ผ.10 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณของรากฝอยที่ได้จากการศึกษาการกระจายของซากรากที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ในแต่ละเขตพันธุ์พืช โดยวิธี One-way ANOVA (ต่อ)

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.098	2	0.049	0.709	0.501
Within Groups	1.861	27	0.069		
Total	1.958	29			

เขตไม้ตะบูน

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
0-10	15	0.5294	0.4255	0.1099	0.00	1.27
10-20	15	0.5038	0.4231	0.1093	0.00	1.56
20-30	15	0.3379	0.2599	0.0671	0.00	0.68
Total	45	0.4570	0.3787	0.0565	0.00	1.56

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.324	2	0.162	1.138	0.330
Within Groups	5.987	42	0.143		
Total	6.311	44			

ตารางที่ ผ.11 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณของรากฝอยที่ได้จากการศึกษาการกระจายของซากรากในแต่ละเขตพันธุ์พืช โดยวิธี One-way ANOVA

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
เขตไม้แสม-ลำพู	10	0.89500	0.77593	0.24537	0.00	2.42
เขตไม้โกงกาง	10	0.75113	0.66884	0.21151	0.00	1.83
เขตไม้ตะบูน	15	1.33200	0.94053	0.24284	0.00	3.08
Total	35	1.04118	0.84284	0.14247	0.00	3.08

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.324	2	1.162	1.703	0.198
Within Groups	21.829	32	0.682		
Total	24.153	34			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ.12 การคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตร ในแต่ละเขตพันธุ์พืช

Descriptive Statistics

	ความลึก (เซนติเมตร)	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
เขตไม้แสม-ลำพู	5	16	43.7850	9.30842	2.32710	29.48	62.25
	20	16	37.8825	7.18425	1.79606	28.97	54.21
เขตไม้โกงกาง	5	16	78.6288	27.41727	6.85432	54.03	145.75
	20	16	75.0725	36.01942	9.00485	49.34	155.02
เขตไม้ตะบูน	5	16	67.2631	19.91679	4.97920	46.33	108.56
	20	16	59.5888	12.55389	3.13847	39.95	84.18
รวม		96	60.3701	25.78849	2.63203	28.97	155.02

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	22054.734	5	4410.947	9.653	0.000
Within Groups	41124.656	90	456.941		
Total	63179.389	95			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ.12 การคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของซากรากฝอยที่เหลือจากการย่อยสลายที่ระดับความลึก 5 และ 20 เซนติเมตร ในแต่ละเขตพันธุ์พืช (ต่อ)

LSD

Treatment	Treatment	Mean Difference	Std. Error	Sig.
เขตไม้แสม-ลำพู ความลึก 5 เซนติเมตร	เขตไม้แสม-ลำพู ลึก 20 ซม.	5.90250	7.55762	0.437
	เขตไม้โกงกาง ลึก 5 ซม.	-34.84375*	7.55762	0.000
	เขตไม้โกงกาง ลึก 20 ซม.	-31.28750*	7.55762	0.000
	เขตไม้ตะบูน ลึก 5 ซม.	-23.47813*	7.55762	0.003
	เขตไม้ตะบูน ลึก 20 ซม.	-15.80375*	7.55762	0.039
เขตไม้แสม-ลำพู ความลึก 20 เซนติเมตร	เขตไม้แสม-ลำพู ลึก 5 ซม.	-5.90250	7.55762	0.437
	เขตไม้โกงกาง ลึก 5 ซม.	-40.74625*	7.55762	0.000
	เขตไม้โกงกาง ลึก 20 ซม.	-37.19000*	7.55762	0.000
	เขตไม้ตะบูน ลึก 5 ซม.	-29.38063*	7.55762	0.000
	เขตไม้ตะบูน ลึก 20 ซม.	-21.70625*	7.55762	0.005
เขตไม้โกงกาง ความลึก 5 เซนติเมตร	เขตไม้แสม-ลำพู ลึก 5 ซม.	34.84375*	7.55762	0.000
	เขตไม้แสม-ลำพู ลึก 20 ซม.	40.74625*	7.55762	0.000
	เขตไม้โกงกาง ลึก 20 ซม.	3.55625	7.55762	0.639
	เขตไม้ตะบูน ลึก 5 ซม.	11.36563	7.55762	0.136
	เขตไม้ตะบูน ลึก 20 ซม.	19.04000*	7.55762	0.014
	เขตไม้แสม-ลำพู ลึก 5 ซม.	31.28750*	7.55762	0.000
เขตไม้โกงกาง ความลึก 20เซนติเมตร	เขตไม้แสม-ลำพู ลึก 20 ซม.	37.19000*	7.55762	0.000
	เขตไม้โกงกาง ลึก 5 ซม.	-3.55625	7.55762	0.639
	เขตไม้ตะบูน ลึก 5 ซม.	7.80938	7.55762	0.304
	เขตไม้ตะบูน ลึก 20 ซม.	15.48375*	7.55762	0.043
	เขตไม้แสม-ลำพู ลึก 5 ซม.	23.47813*	7.55762	0.003
เขตไม้ตะบูน ความลึก 5เซนติเมตร	เขตไม้แสม-ลำพู ลึก 20 ซม.	29.38063*	7.55762	0.000
	เขตไม้โกงกาง ลึก 5 ซม.	-11.36563	7.55762	0.136
	เขตไม้โกงกาง ลึก 20 ซม.	-7.80938	7.55762	0.304
	เขตไม้ตะบูน ลึก 20 ซม.	7.67438	7.55762	0.313
	เขตไม้แสม-ลำพู ลึก 5 ซม.	15.80375*	7.55762	0.039
เขตไม้ตะบูน ความลึก 20เซนติเมตร	เขตไม้แสม-ลำพู ลึก 20 ซม.	21.70625*	7.55762	0.005
	เขตไม้โกงกาง ลึก 5 ซม.	-19.04000*	7.55762	0.014
	เขตไม้โกงกาง ลึก 20 ซม.	-15.48375*	7.55762	0.043
	เขตไม้ตะบูน ลึก 5 ซม.	-7.67438	7.55762	0.313

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ ผ.13 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของอุณหภูมิ ในดินแต่ละเขตพันธุ์พืช รวมทั้งในน้ำและอากาศโดยวิธี One-way ANOVA

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
อากาศ	22850	26.586130	2.5482697	0.0168579	16.5580	33.7300
น้ำ	22849	28.265350	2.2326290	0.0147701	19.4600	36.8780
เขตไม้แสม-ลำพู	22848	27.355728	1.8022086	0.0119229	20.5550	33.3910
เขตไม้โกงกาง	22849	26.788225	1.6056661	0.0106224	20.0310	32.3300
เขตไม้ตะบูน	22849	25.991917	1.3165669	0.0087098	19.0800	32.1750
Total	114245	26.997463	2.0974875	0.0062056	16.5580	36.8780

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	67632.813	4	16908.203	4440.664	0.000
Within Groups	434978.407	114240	3.808		
Total	502611.220	114244			

Homogeneous Subsets

	type	N	Subset for alpha = 0.05				
			1	2	3	4	5
Duncan[a]	เขตไม้ตะบูน	22849	25.991917				
	อากาศ	22850		26.586130			
	เขตไม้โกงกาง	22849			26.788225		
	เขตไม้แสม-ลำพู	22848				27.355728	
	น้ำ	22849					28.265350
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

ตารางที่ ผ.14 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของค่า pH ในแต่ละเขตพันธุ์พืช โดยวิธี One-way ANOVA

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
เขตไม้แสม-ลำพู	3	5.2000	0.30000	0.17321	4.90	5.50
เขตไม้โกงกาง	3	5.5000	0.45826	0.26458	5.10	6.00
เขตไม้ตะบูน	3	6.1333	0.30551	0.17638	5.80	6.40
น้ำ	3	4.6667	0.32146	0.18559	4.30	4.90
รวม	12	5.3750	0.62975	0.18179	4.30	6.40

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.369	3	1.123	9.045	0.006
Within Groups	.993	8	0.124		
Total	4.363	11			

Homogeneous Subsets

	treatment	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Duncan[a]	น้ำ	3	4.6667		
	เขตไม้แสม-ลำพู	3	5.2000	5.2000	
	เขตไม้โกงกาง	3		5.5000	5.5000
	เขตไม้ตะบูน	3			6.1333
	Sig.		.101	.328	.059

ตารางที่ ผ.15 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของค่าความเค็มในแต่ละเขตพันธุ์พืช โดยวิธี One-way ANOVA

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
เขตไม้แสม-ลำพู	3	10.1000	0.30000	0.17321	9.80	10.40
เขตไม้โกงกาง	3	9.6000	0.20000	0.11547	9.40	9.80
เขตไม้ตะบูน	3	7.7667	0.25166	0.14530	7.50	8.00
น้ำ	3	13.0000	0.36056	0.20817	12.70	13.40
รวม	12	10.1167	1.97615	0.57046	7.50	13.40

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	42.310	3	14.103	174.474	0.000
Within Groups	.647	8	0.081		
Total	42.957	11			

Homogeneous Subsets

	treatment	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Duncan[a]	เขตไม้ตะบูน	3	7.7667		
	เขตไม้โกงกาง	3		9.6000	
	เขตไม้แสม-ลำพู	3		10.1000	
	น้ำ	3			13.0000
	Sig.		1.000	.063	1.000

ตารางที่ ผ.16 ผลการคำนวณเปรียบเทียบทางสถิติของระดับน้ำในดินจากผิวดินใน
แต่ละเขตพันธุ์พืช โดยวิธี One-way ANOVA

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
เขตไม้แสม-ลำพู	3	0.0000	0.00000	0.00000	0.00	0.00
เขตไม้โกงกาง	3	3.4667	0.73711	0.42557	2.90	4.30
เขตไม้ตะบูน	3	6.1000	0.88882	0.51316	5.40	7.10
รวม	9	3.1889	2.71175	0.90392	0.00	7.10

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	56.162	2	28.081	63.183	0.000
Within Groups	2.667	6	0.444		
Total	58.829	8			

Homogeneous Subsets

	treatment	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Duncan[a]	เขตไม้แสม-ลำพู	3	0.0000		
	เขตไม้โกงกาง	3		3.4667	
	เขตไม้ตะบูน	3			6.1000
	Sig.		1.000	1.000	1.000

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายบัญฑูรย์ เฉลิมฉัตรวิไล เกิดเมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2527 ที่จังหวัดราชบุรี ศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับสอง) สาขาวิชาพืชสวนประดับ ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อปีการศึกษา 2548 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย