



โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ	การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดิน เมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเรือง ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน Aboveground carbon storage changes over 1 year period in community forest at Bun Rueang village, Lainan subdistrict, Wiang Sa district, Nan province		
ชื่อนิติกร	นางสาวอภิสรรา วนกรกุล	เลขประจำตัว	5932057323
ภาควิชา	ชีววิทยา		
ปีการศึกษา	2563		

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดิน เมื่อเวลาผ่านไป
1 ปี ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเรือง ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

Aboveground carbon storage changes over 1 year period in community forest
at Bun Rueang village, Lainan subdistrict, Wiang Sa district, Nan province

นางสาวอภิสร่า วนกรกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา

โครงการวิทยาสตรระดับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562

โครงการวิทยาสตรระดับนี้ได้รับการสนับสนุนจาก
โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อโครงการ	: การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดิน เมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเรือง ตำบลไหล่น่าน อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดน่าน
นิสิตผู้ดำเนินโครงการ	: นางสาวอภิสราร วนกรกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา
ภาควิชา	: ชีววิทยา

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการสะสมเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเรือง ตำบลไหล่น่าน อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดน่าน โดยการเก็บข้อมูลขนาดเส้นรอบวงของต้นไม้ในปี พ.ศ. 2562 ในแปลงถาวร ขนาด 40 x 40 ตร.ม. ที่มีผู้ศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2561 จำนวน 4 แปลง จากนั้นคำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินโดยใช้สมการอัลโลเมทรีของป่าผลัดใบ คำนวณปริมาณคาร์บอนสะสม ซึ่งมีค่าประมาณร้อยละ 50 ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และเปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 2 ช่วง ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ศึกษามีอัตราการเก็บสะสมคาร์บอนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.43 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี และเมื่อพิจารณารายแปลงพบว่า แปลงที่ 1 และแปลงที่ 3 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเพิ่มขึ้น คิดเป็น 1.99 และ 0.60 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ แปลงที่ 2 และแปลงที่ 4 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมลดลง คิดเป็น 0.55 และ 0.33 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ พันธุ์ไม้ที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเพิ่มขึ้นสูงสุด คือ มะกอกป่า *Spondias pinnata* คิดเป็น 14.17 กิโลกรัม/ตัน/ปี พันธุ์ไม้ที่มีปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมลดลงสูงสุด คือ กระจับปี่ *Irvingia malayana* คิดเป็น -2.02 กิโลกรัม/ตัน/ปี ผลการศึกษาในครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการพื้นที่ป่า โดยหากต้องการเน้นด้านการสะสมธาตุคาร์บอน ควรเลือกปลูกต้นไม้ 3 ชนิดแรกที่มีการเจริญเติบโตเร็ว คือ มะกอกป่า *Spondias pinnata*, ตั้วแดง *Cratoxylum cochinchinense* และ ประดู่ป่า *Pterocarpus macrocarpus*

คำสำคัญ: ป่าผลัดใบ, มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน, การสะสมธาตุคาร์บอน, น่าน

Research Title : Aboveground carbon storage changes over 1 year period
in community forest at Bun Rueang village,
Lainan subdistrict, Wiang Sa district, Nan province

Student name : Miss. Apisara Wanakornkun

Advisor : Assistant Professor Pongchai Dumrongrojwatthana, Ph.D.

Department of : Biology

Abstract

This study aims to estimate aboveground carbon storage changes over 1 year period in community forest at Bun Rueang village, Lainan subdistrict, Wiang Sa district, Nan province. This research was done in 2019 by measuring the circumference of trees in the four permanent plots (40 x40 sq m) which were established in 2018. Allometric equation for deciduous forest was used to estimate aboveground biomass. Aboveground carbon was estimated by 50% of the aboveground biomass. These two data sets were then compared. The results showed that an increasing carbon storage rate of $0.43 \text{ Mgha}^{-1}\text{yr}^{-1}$ was detected. Increasing carbon storage was also detected in 1 and 3 plots with the rates of 1.99 and $0.60 \text{ Mgha}^{-1}\text{yr}^{-1}$, respectively. Decreasing carbon storage was also detected in 2 and 4 plots with the rates of 0.55 and $0.33 \text{ Mgha}^{-1}\text{yr}^{-1}$, respectively. *Spondias pinnata* showed the highest carbon storage increasing (14.17 kg/tree/yr) while *Irvingia malayana* showed the lowest carbon storage increasing (-2.02 kg/tree/yr). Finding from this study could be applied for reforestation. For increase carbon stock purpose, *Spondias pinnata*, *Cratogeomys cochinchinense* and *Pterocarpus macrocarpus* are good candidates because they are fast growing.

Keywords: deciduous forest, aboveground biomass, carbon sequestration, Nan

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือ ทั้งในส่วนการติดต่อขอจัดกิจกรรมทดสอบ แบบจำลอง ณ โรงเรียนสา อําเภอเวียงสา จังหวัดน่าน การวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนตรวจสอบ ความถูกต้องของข้อมูล ทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ จันทร์เจ้า, อาจารย์ ดร.มารุต เพ็ญ อารวรรณ์ และอาจารย์ ดร.เกรียง กาญจนวดี อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา โครงการการเรียนการสอน เพื่อเสริมประสบการณ์ ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2562 ที่ให้คำแนะนำในองค์ประกอบของ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในภาคชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ที่ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ ทำให้ผู้เขียนสามารถนำความรู้เหล่านั้นมา ประยุกต์ใช้ในการทำโครงการครั้งนี้ได้อย่างเต็มที่

ขอขอบคุณองค์การบริหารส่วนตำบลไหล่น่าน อําเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ ในการศึกษาภาคสนามในครั้งนี้

ขอขอบคุณพ่อวิชัย ธรรมสัจจา, นายภัทรพล เจนพรมราช, คุณฉัตรลดา เขียรเชาวน, คุณสร้อยลดา ดำรงโรจน์วัฒนา รวมไปถึงนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและคุณครูจาก โรงเรียนสา จังหวัดน่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการปฏิบัติงานภาคสนามในครั้งนี้

ขอขอบคุณนางสาวกุลธิดา ป้อมมาลี ที่คอยให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางในการวิเคราะห์ ข้อมูล ตลอดจนการเขียนรายงาน

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการนิเวศวิทยาเขตร้อนและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบคุณโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาควิชาชีววิทยา และคณะ วิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนเงินทุนสำหรับการทำโครงการในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการศึกษา และเป็นกำลังใจในการทำงานโดยตลอด ทำให้โครงการนี้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1. ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ	1
1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม.....	3
2.1. ปัญหาภาวะโลกร้อน	3
2.2. ระบบนิเวศป่าไม้	3
2.3. ป่าชุมชน	6
2.4. มวลชีวภาพ.....	7
2.5. การเจริญเติบโต	7
2.6. พื้นที่ศึกษา	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....	10
3.1. การเก็บข้อมูลภาคสนาม	10
3.2. การวิเคราะห์ข้อมูล	11
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	13
4.1. ชนิดของพรรณไม้เด่นที่พบในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเรือง ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน	13
4.2. ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (carbon stock) และอัตราการ เปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินเมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี	14
4.3. อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมของไม้ยืนต้นในพื้นที่ศึกษา แต่ละชนิดพันธุ์.....	16
บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา	17
5.1. การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมต่อปี	17
5.2. อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมที่เพิ่มขึ้นและลดลงของไม้ยืนต้น ในพื้นที่ศึกษาในแต่ละชนิดพันธุ์	19
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	20
6.1. สรุปผลการศึกษา	20
6.2. ข้อเสนอแนะ	20

เอกสารอ้างอิง	21
ภาษาไทย	21
ภาษาอังกฤษ	22
ภาคผนวก.....	24
ภาคผนวกที่ 1 รายชื่อพันธุ์ไม้ จำนวนต้นที่พบ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass: AGB) ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสม (carbon storage: CS) และอัตราการเปลี่ยนแปลง ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสม (CAI).....	25
ภาคผนวกที่ 2 รายชื่อพันธุ์ไม้ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass: AGB) และ ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสม (carbon storage: CS) ที่พบในแต่ละแปลงย่อยในปี พ.ศ. 2561 และปี พ.ศ. 2562.....	27
ภาคผนวกที่ 3 รายชื่อพันธุ์ไม้ จำนวนต้นที่พบ ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสม (carbon storage: CS) และอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสม (CAI)	31

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 5-1	ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมในพื้นที่ศึกษา ในปี พ.ศ.2562 เปรียบเทียบกับ ป่าผลัดใบบริเวณอื่น ๆ	17
ตารางที่ 5-2	ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมในพื้นที่ศึกษา ในปี พ.ศ.2562 ที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลา ผ่านไป 1 ปี กับพื้นที่ป่าผลัดใบบริเวณอื่น ๆ.....	18

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2-1 แนวโน้มของแก๊สเรือนกระจกตัวหลัก	4
ภาพที่ 2-2 คาร์บอนไดออกไซด์ในช่วง 400,000 ปี	4
ภาพที่ 2-3 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	5
ภาพที่ 2-4 แผนที่จังหวัดน่าน	9
ภาพที่ 3-1 พื้นที่ศึกษาแปลงถาวรทั้ง 4 แปลง	10
ภาพที่ 3-2 วัดขนาดเส้นรอบวงของต้นไม้ที่ความสูง 130 เซนติเมตร	11
ภาพที่ 3-3 เก็บตัวอย่างภาคสนาม	11
ภาพที่ 4-1 ดัชนีความสำคัญ 6 อันดับแรกของพันธุ์ไม้ในพื้นที่ศึกษาในปี พ.ศ. 2562	13
ภาพที่ 4-2 การเก็บสะสมปริมาณธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในปี พ.ศ. 2561 และ ปี พ.ศ. 2562	14
ภาพที่ 4-3 การเก็บสะสมปริมาณธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินแต่ละแปลงย่อย ในปี พ.ศ. 2561 และ ปี พ.ศ. 2562	15
ภาพที่ 4-4 อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมต่อปีที่เพิ่มขึ้นในแปลงที่ 1 กับ 3 และลดลงในแปลงที่ 2 กับ 4	15
ภาพที่ 4-5 จำนวนของต้นไม้ในแต่ละแปลง ในปี พ.ศ. 2561 และ ปี พ.ศ. 2562	16

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ

ในปัจจุบันภาวะโลกร้อนกำลังก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้คนและระบบนิเวศเป็นอย่างมาก โดยมีสาเหตุมาจาก ก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การทำอุตสาหกรรม การใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล เป็นต้น (Agrawala, 1998) ทำให้รังสีของดวงอาทิตย์ที่ควรจะสะท้อนกลับออกไปในปริมาณที่เหมาะสม กลับถูกก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้กักเก็บไว้ ส่งผลให้อุณหภูมิของโลกค่อย ๆ สูงขึ้นจากเดิม ซึ่งก๊าซเรือนกระจกมีหลายชนิด แต่พบว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกชนิดหนึ่ง ที่มีปริมาณมากที่สุดในชั้นบรรยากาศ ส่งผลกระทบต่าง ๆ ตามมามากมาย เช่น เกิดสภาพอากาศที่รุนแรง น้ำแข็งขั้วโลกละลาย ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น พืชและสัตว์สายพันธุ์ต่าง ๆ เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์มากขึ้น เกิดความสูญเสียด้านความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น

การเพิ่มพื้นที่ป่าไม้เป็นวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อน โดยระบบนิเวศป่าไม้มีบทบาทสำคัญในการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศผ่านการตรึงคาร์บอน (carbon fixation) ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) และเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นสารประกอบคาร์บอนอื่น เก็บสะสมในรูปของมวลชีวภาพ (biomass) สะสมตามส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ (Nowak et al., 2013)

ที่ผ่านมา มีงานวิจัยประเมินค่ามวลชีวภาพในป่าไม้เขตร้อน เฟรนช์เกียน่า อเมริกาใต้ ได้ ทำการศึกษาในช่วงระยะเวลา 10 ปี พบว่า ในระยะเวลา 1 ปี มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass) เพิ่มขึ้น 1.9 Mg/ha นั่นคือ ป่าไม้ทำหน้าที่เป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เท่ากับ 0.95 MgC/ha/ปี (Chave et al., 2001) มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพในป่าเขตร้อนแอดแลนติก ประเทศบราซิล ระยะเวลา 22 ปี พบว่า ในระยะเวลา 1 ปี มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ลดลง 1.2 Mg/ha (Rolim et al., 2005) มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในป่าเขตร้อน ประเทศเวียดนาม พบว่า ในระยะเวลา 1 ปี มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass) เพิ่มขึ้น 10.8 Mg/ha นั่นคือ ป่าไม้ทำหน้าที่เป็นแหล่งดูดซับ CO₂ ในบรรยากาศ เท่ากับ 5.4 Mg C /ha/ปี (Do et al., 2017) จะเห็นได้ว่า การศึกษาการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่เกิดขึ้นในระยะเวลา 1 ปี แต่พบว่ายังมีการศึกษาน้อยในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงในประเทศไทยด้วยเช่นกัน

ในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา พบว่า พื้นที่ป่าไม้มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง จากรายงานของ Food and Agriculture Organization of the United Nations หรือ FAO (FAO, 2015) ระบุว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 โลกสูญเสียพื้นที่ป่าถึง 1.3 ล้านตารางกิโลเมตร และจากข้อมูลทางสถิติของประเทศไทย พบว่า พื้นที่ป่าไม้ลดลงเช่นเดียวกัน โดยเมื่อปี พ.ศ. 2516 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด 138,566,875 ไร่ หรือร้อยละ 43.21 ของพื้นที่ประเทศ (สำนักจัดการที่ดินป่าไม้, 2561) จนถึงปี พ.ศ. 2561-2562 ประเทศไทยเหลือพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด ร้อยละ 31.63 ของพื้นที่ประเทศ

(มูลนิธิสืบนาคะเสถียร, 2562) ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและมนุษย์ เช่น การสูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรม การสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ดินถล่ม น้ำไหลบ่าอย่างรวดเร็ว ฯลฯ

จังหวัดน่านเป็นจังหวัดหนึ่งที่ประสบกับปัญหาดังกล่าว ซึ่งจากผลกระทบที่เกิดขึ้น ทำให้ประชาชนในพื้นที่เริ่มตระหนักถึงความสำคัญในการรักษาและฟื้นฟูระบบนิเวศป่าไม้ โดยป่าชุมชนก็เป็นรูปแบบการอนุรักษ์ป่าไม้รูปแบบหนึ่ง โดยที่พื้นที่ป่าไม้จะได้รับการจัดการโดยกระบวนการมีส่วนร่วมจากประชาชน และองค์กรชุมชน ทั้งทางตรงและทางอ้อม ตามความเชื่อและวัฒนธรรมท้องถิ่น เพื่อประโยชน์ที่สอดคล้องกับความต้องการของชุมชนอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน โดยที่ผ่านมามีการศึกษาเกี่ยวกับการสะสมธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ยืนต้นในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเรือง ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน (กุลธิดา ป้อมมาลี, 2561) ผู้วิจัยต้องการทราบถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดิน เมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี ในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อที่จะศึกษาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงจึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการสะสมเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเรือง ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม

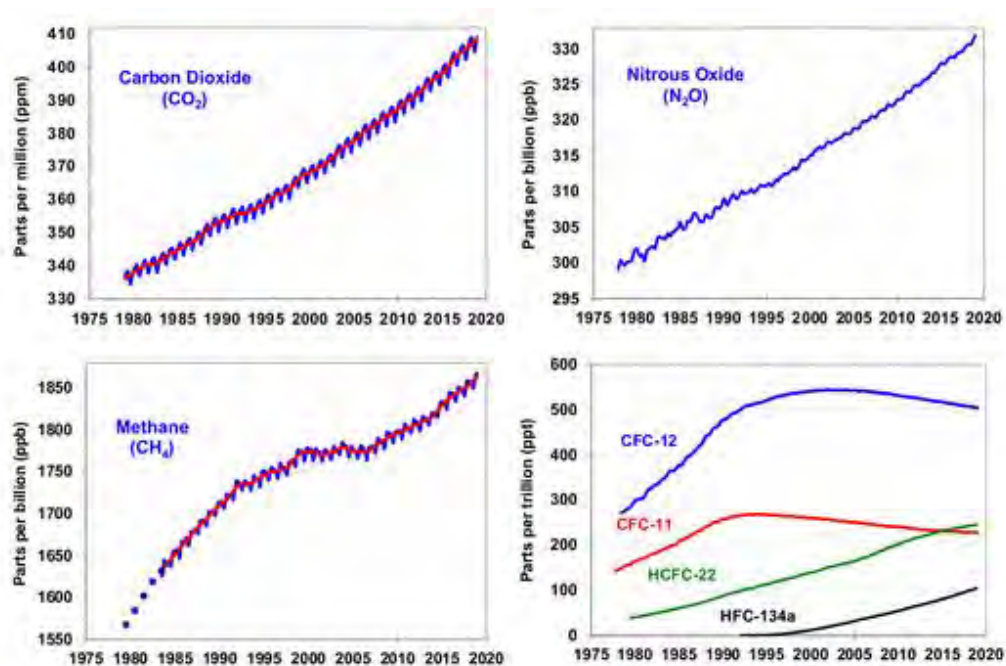
2.1. ปัญหาภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อน (global warming) เกิดจากการที่อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบนโลกสูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอากาศใกล้ผิวโลกหรือน้ำในมหาสมุทร อันเป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) ซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ที่ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases) ในชั้นบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น จนก่อเกิดเป็นภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect) สาเหตุสำคัญของวิกฤตการณ์โลกร้อนที่เรากำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบัน (ภาพที่ 2-1)

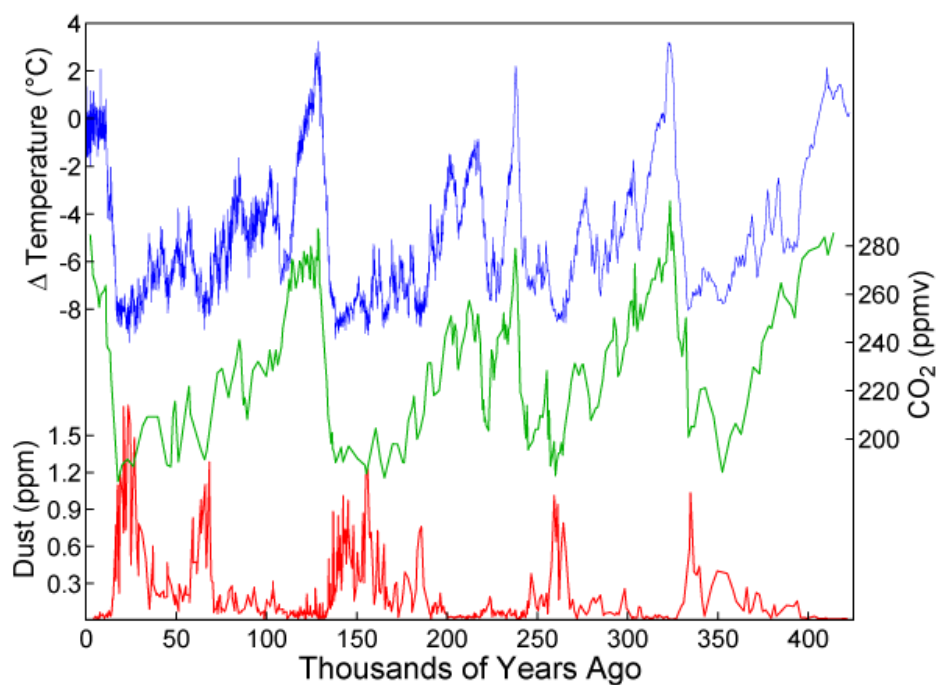
ก๊าซเรือนกระจกสามารถแบ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและก๊าซเรือนกระจกจาก ภาคอุตสาหกรรมที่มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น ตัวอย่างของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ คือ ไอน้ำ ซึ่งจัดเป็นก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติที่มีปริมาณมากที่สุดในชั้นบรรยากาศ คิดเป็นร้อยละ 60 ของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยไอน้ำมีคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสีในย่านอินฟราเรด ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีสัดส่วนร้อยละ 26 และที่เหลือร้อยละ 14 ประกอบด้วย ก๊าซโอโซน (O_3) ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ส่วนก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะจากภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ ก๊าซฮาโลคาร์บอน (halocarbons) ซีเอฟซี (CFC) HCFC-22 (เช่น freon และ perfluoromethane) และ SF_6 (sulphur hexafluoride) ซึ่งก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อน ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) คิดเป็นร้อยละ 80 ของก๊าซที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนทั้งหมด (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2560) (ภาพที่ 2-2)

2.2. ระบบนิเวศป่าไม้

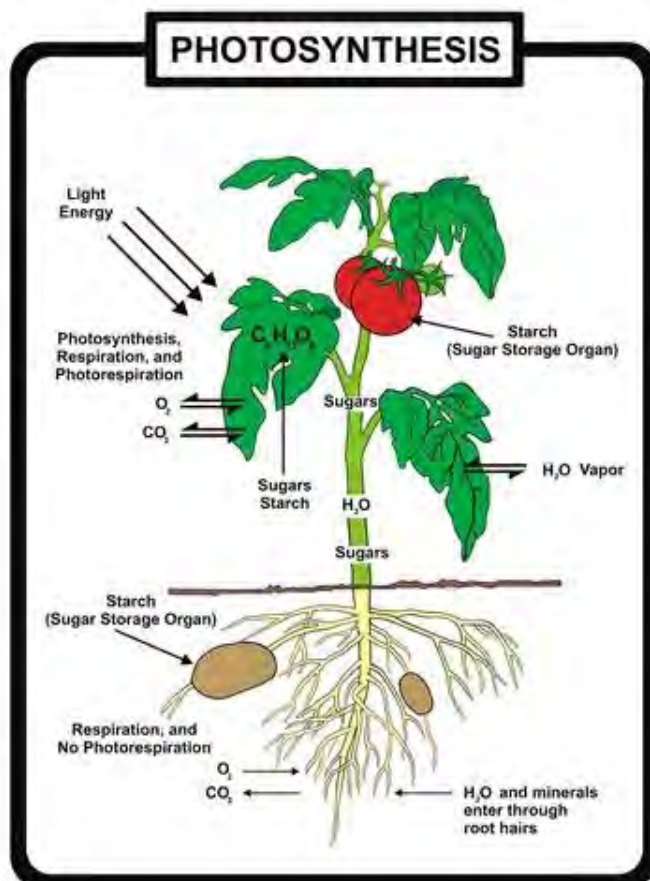
ระบบนิเวศป่าไม้ เป็นศูนย์รวมความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญที่สุดของโลก ซึ่งเกื้อกูลการดำรงชีวิตของประชาชนจำนวนมาก อีกทั้งยังช่วยควบคุมสภาพอากาศให้เหมาะสม สามารถช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ เนื่องจากเป็นแหล่งดูดซับและกักเก็บคาร์บอน โดยพืชนั้นจะทำการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศมาผ่านกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) และเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ (Nowak and Crane, 2002) (ภาพที่ 2-3) สารประกอบดังกล่าวจะสะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ เรียกว่า “มวลชีวภาพ” (biomass) แต่ในขณะเดียวกัน ต้นไม้ก็มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่ชั้นบรรยากาศ ดังนั้น ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพของพืช จึงเป็นปริมาณสุทธิที่สามารถแสดงถึงศักยภาพในการเก็บสะสมคาร์บอนของแต่ละระบบนิเวศ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544)



ภาพที่ 2-1 แนวโน้มของแก๊สเรือนกระจกตัวหลัก
(ที่มาของภาพ: <https://th.wikipedia.org/wiki/แก๊สเรือนกระจก>)



ภาพที่ 2-2 คาร์บอนไดออกไซด์ในช่วง 400,000 ปี
(ที่มาของภาพ: <https://th.wikipedia.org/wiki/แก๊สเรือนกระจก>)



ภาพที่ 2-3 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
(ที่มาของภาพ: <https://www.ck12.org/book/ck-12-biology-advanced-concepts/section/5.4/>)

ระบบนิเวศป่าไม้ในประเทศไทย สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท (ดอกกรัก มารอด และอุทิศ กุฏอินทร์, 2552) โดยใช้ 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางภูมิอากาศ (เช่น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ฤดูกาล การตกกระจายของฝน เป็นต้น) และปัจจัยทางภูมิประเทศ (เช่น ดิน ความสูงจากระดับน้ำทะเล เป็นต้น) ซึ่งสามารถแบ่งได้ ดังนี้

2.2.1. ป่าไม้ผลัดใบ (evergreen forest)

1. ป่าพรุ (swamp forest)
2. ป่าชายหาด (beach forest)
3. ป่าดิบชื้น (tropical rain forest หรือ moist evergreen forest)
 - 3.1. ป่าดิบชื้นระดับต่ำ (lower tropical rain forest)
 - 3.2. ป่าดิบชื้นระดับสูง (upper tropical rain forest)
4. ป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest)
5. ป่าสนเขา (coniferous forest)
6. ป่าดิบเขา (hill evergreen forest)

2.2.2. ป่าผลัดใบ (deciduous forests)

1. ป่าผสมผลัดใบหรือป่าเบญจพรรณ (mixed deciduous forest)
 - 1.1. ป่าผสมผลัดใบชื้นในระดับสูง (moist upper mixed deciduous forest)
 - 1.2. ป่าผสมผลัดใบแล้งในระดับสูง (dry upper mixed deciduous forest)
 - 1.3. ป่าผสมผลัดใบระดับสูง (lower mixed deciduous forest)
2. ป่าเต็งรัง (deciduous dipterocarp forest)
3. ป่าทุ่ง (savanna)
4. ทุ่งหญ้าเขตร้อน (tropical grassland)

2.3. ป่าชุมชน

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการจัดการนิเวศป่าไม้ในรูปแบบป่าชุมชนมากกว่า 10,000 ป่าชุมชน ซึ่งรวมทั้งที่ขึ้นทะเบียนกับกรมป่าไม้และอยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ ซึ่งมีการประมาณการว่าชุมชนมีการจัดการพื้นที่ป่าในรูปแบบของป่าชุมชนมากกว่า 7,870,000 ไร่ (1.2 ล้านเฮกแตร์) หรือประมาณ 7% ของพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทย ทั้งที่อยู่นอกเขตและในเขตพื้นที่อนุรักษ์ (รีคอฟประเทศไทย, 2011)

ป่าชุมชนในประเทศไทยมีกระจายทั่วทุกภาคในรูปแบบการจัดการที่แตกต่างหลากหลายไปตามสภาพภูมินิเวศ วัฒนธรรม และเศรษฐกิจ สังคม ได้แก่

1. ป่าชุมชนภาคเหนือ เนื่องจากสภาพพื้นที่ภาคเหนือเป็นที่สูง มีการสงวนรักษาพื้นที่ป่าเพื่อเป็นต้นน้ำ เป็นแหล่งอาหาร สมุนไพร และประกอบพิธีกรรม การดูแลรักษาป่าชุมชนทำโดยการจำแนกป่าออกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ เช่น เป็นป่าขุนน้ำ ป่าความเชื่อ ป่าใช้สอย และชุมชนผู้รักษาป่าก็มีหลากหลายกลุ่มชาติพันธุ์
2. ป่าชุมชนภาคอีสาน พื้นที่อีสานมีลักษณะเป็นที่ราบสูง พื้นดินเป็นโคก ดอน ชุมชนต่าง ๆ รักษาป่าไว้ เพื่อเป็นแหล่งอาหาร สมุนไพร และเป็นป่าที่ใช้ประโยชน์เชิงวัฒนธรรม อีกทั้งยังมีป่าบุง ป่าทาม ซึ่งเป็นป่าในพื้นที่ชุ่มน้ำประเภทหนึ่งที่มีชุมชนดูแลรักษา
3. ป่าชุมชนภาคกลาง รวมถึงภาคตะวันตกและตะวันออก พื้นที่ป่าทางตะวันตกเป็นป่าผืนใหญ่ยาวติดต่อกันมาจากภาคเหนือไปจนถึงภาคใต้ ส่วนมากเป็นที่อยู่อาศัยของกะเหรี่ยง ซึ่งมีวัฒนธรรมและวิถีชีวิตในการรักษาป่ามาแต่เดิม ป่าชุมชนของชาวกะเหรี่ยงส่วนมากไม่ได้แบ่งแยกตามหมู่บ้าน แต่เป็นการใช้และดูแลป่าร่วมกันทั้งผืน ขณะที่ในภาคกลางซึ่งเป็นชุมชนไทยพื้นราบก็มีป่าชุมชนกระจัดกระจายอยู่ในจังหวัดอุทัยธานี นครสวรรค์ สุพรรณบุรี ชัยนาท ในส่วนภาคตะวันออก ก็มีพื้นที่ป่าชุมชนบ้างเป็นหย่อม ๆ เช่น ในเขตฉะเชิงเทรา ชลบุรี และป่าชายเลนในจังหวัดจันทบุรีและตราด
4. ป่าชุมชนภาคใต้ มีทั้งป่าชุมชนในเขตต้นน้ำบนยอดเขา ไปถึงป่าพรุชุมชน ป่าชายเลนชุมชน นอกจากนี้ ในระดับครอบครัวก็มีการดูแลป่าผสมกับการทำสวน เช่น สวนสมรม สวนยางดั้งเดิมผสมป่า และการทำเกษตรสีซัน เป็นต้น

2.4. มวลชีวภาพ

มวลชีวภาพ (biomass) คือ มวลของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ในระบบนิเวศต่อหน่วยพื้นที่ โดยทั่วไปนิยมวัดเป็นน้ำหนักแห้ง (dry weight) ซึ่งมีความสำคัญต่อการศึกษาผลผลิตของป่าและการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดร็อกไซด์ของพืชกับชั้นบรรยากาศ ซึ่งพืชสามารถกักเก็บคาร์บอนไว้ในเนื้อไม้ประมาณ 40-50% ของน้ำหนักแห้ง (Hogarth, 2007)

โดยทั่วไปสามารถทำการหามวลชีวภาพได้ 2 วิธี คือ การหามวลชีวภาพทางตรงโดยการตัดพื้ต้นไม้ และการหามวลชีวภาพทางอ้อมโดยการประมาณค่า

2.3.1. วิธีการทางตรง

1. วิธีการตัดพื้ต้นไม้ (harvest method) กระทำโดยตัดต้นไม้ทุกต้นในพื้นที่แล้วนำไปอบแห้ง แล้วชั่งหาน้ำหนักแห้ง โดย

$$\text{มวลชีวภาพ} = \text{น้ำหนักแห้งทั้งหมด/พื้นที่}$$

2. วิธีเลือกตัดพื้เฉพาะไม้ตัวอย่าง (allometric method) เป็นวิธีการตัดต้นไม้บางส่วนเฉพาะที่เป็นตัวอย่าง แล้วนำน้ำหนักของพื้มาหาความสัมพันธ์กับส่วนต่าง ๆ ของพื้ วิธีการนี้ทำให้ไม่จำเป็นต้องตัดพื้ต้นไม้อันทั้งหมดในพื้นที่

2.3.1. วิธีการทางอ้อม

วิธีการทางอ้อมทำได้โดยการประมาณค่ามวลชีวภาพจากส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ คือ ลำต้น กิ่ง ใบ และรากเป็นรายต้น และประมาณค่ามวลชีวภาพของแปลงตัวอย่างจากผลรวมของมวลชีวภาพรายต้น จากนั้น วิเคราะห์เป็นมวลชีวภาพต่อหน่วยพื้นที่ เช่น ต้น/ไร่ หรือ ต้น/เฮกแตร์ ซึ่งวิธีการนี้ทำให้ไม่ต้องตัดพื้ต้นไม้

2.5. การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโต คือ ขบวนการสะสมและเพิ่มพูนเซลล์ใหม่ให้แก่ส่วนต่างๆ ของพื้ ต้นไม้มีการเจริญเติบโตทั้งความสูงและความโต ซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมของเยื่อเจริญ (พวงษ์ศักดิ์ สหุณาฬุ, 2521) แต่ถ้าพิจารณาโดยละเอียดแล้ว จะเห็นว่าการเจริญเติบโตมีความหมายอยู่ 2 ประการ คือ การเพิ่มพูนของขนาดและการสร้างส่วนใหม่ ๆ ขึ้นมา อย่างไรก็ตามบางครั้งการเจริญเติบโตก็มีขอบเขตอยู่เพียงการเพิ่มพูนขนาดของ increment และ accretion เท่านั้น ส่วนการสร้างส่วนใหม่ ๆ ขึ้นมาเรียกว่าการพัฒนา (development) ดังนั้น โดยทั่วไปการเจริญเติบโตจะหมายถึง ปริมาณที่เพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลาที่กำหนด

การเจริญเติบโตของต้นไม้เป็นผลเนื่องมาจากการกระทำของปัจจัย 2 ร่วมกัน คือ

1. ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม (genetic factor) ของต้นไม้แต่ละชนิด
2. ปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม (environment factor)

การเจริญเติบโตจะแตกต่างกันไปตามลักษณะภายในของต้นไม้แต่ละชนิด และอิทธิพลของปัจจัยภายนอก ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ ได้แก่ น้ำ สารอาหาร สารประกอบพวกไนโตรเจน วิตามิน เกลือแร่ ฮอร์โมนและสารอื่น ๆ อีกหลายอย่าง ดังนั้น อัตราการเจริญเติบโตของต้นไม้จึงขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ และขึ้นอยู่กับความสามารถในการใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมของต้นไม้ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ มีการกระทำ

ร่วมกันยากที่จะจำแนกได้ว่าปัจจัยใดสำคัญที่สุด (พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬุ, 2521) การเจริญเติบโตของต้นไม้สามารถแสดงได้ในรูปของ sigmoid curve หรือเส้นกราฟรูปตัว S โดยสามารถแบ่งการเจริญเติบโตของต้นไม้ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่หนึ่ง เป็นระยะที่เริ่มมีการสร้างส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ โดยมีการเพิ่มพูนขนาดอย่างช้า ๆ ปกติช่วงนี้จะสั้น เรียกระยะนี้ว่า formation period ส่วนที่สอง เป็นระยะที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ช่วงนี้จะยาวกว่าช่วงแรก เรียกระยะนี้ว่า grand period growth ส่วนที่สาม เป็นระยะที่ต้นไม้โตเต็มที่ที่มีการเจริญเติบโตน้อยเรียกระยะนี้ว่า period of maturity ในช่วงที่สามนี้ แม้ว่าจะมีการเจริญเติบโตน้อย แต่ดูเหมือนว่าจะเป็นช่วงที่ยาวนานที่สุด และผันแปรมากที่สุดด้วย ทั้งนี้ เนื่องจากต้นไม้แต่ละชนิดมีช่วงชีวิต (life span) แตกต่างกันใน การจัดการป่าไม้นั้น ต้นไม้จะถูกตัดฟันด้วยเหตุผลทางด้านเศรษฐกิจเป็นอันดับแรก ถึงแม้ว่าต้นไม้จะอยู่ในช่วงก่อนสิ้นสุดระยะที่สองก็ตาม ซึ่งในการตรวจวัดการเจริญเติบโตของไม้มีค่าที่นิยมใช้วัด ได้แก่ ความสูง ความโต และปริมาณมวลชีวภาพ

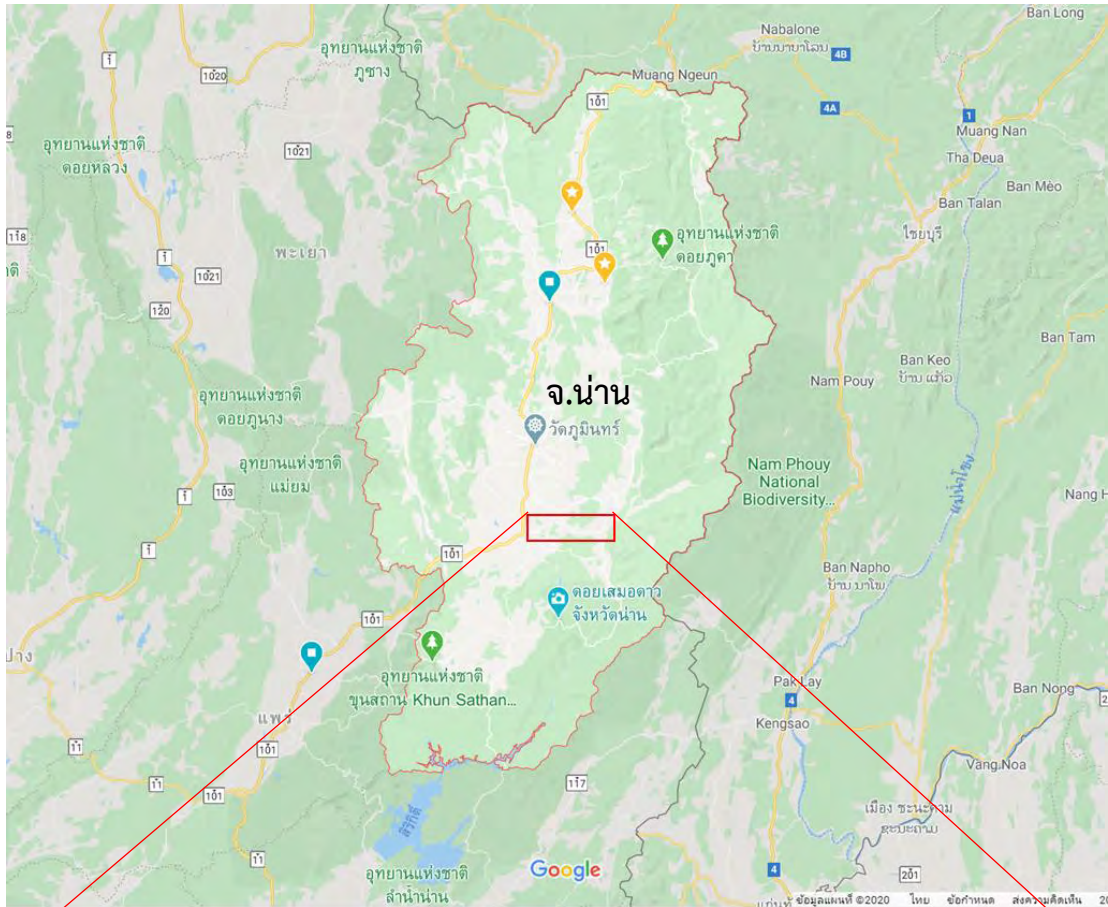
2.6. พื้นที่ศึกษา

2.5.1. ข้อมูลทั่วไปจังหวัดน่าน

จังหวัดน่าน มีพื้นที่ 11,472 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 7.17 ล้านไร่ ประกอบด้วย พื้นที่ป่าไม้ และภูเขา ร้อยละ 47.94 พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม ร้อยละ 39.24 พื้นที่ทำการเกษตร ร้อยละ 12.22 พื้นที่อยู่อาศัยและอื่น ๆ ร้อยละ 0.60 สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขา มีพื้นที่ป่าอุดมสมบูรณ์ พื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำของจังหวัดน่านมี เพียงส่วนน้อย จะกระจุกกระจายอยู่ตามหุบเขาในอำเภอต่าง ๆ มีแม่น้ำน่านที่เป็นเสมือนเส้นเลือดของชาวน่าน ต้นกำเนิดจากดอยขุนน้ำน่าน ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ ซึ่งจะไหลขึ้นเหนือไปทางอำเภอกู่ช้าง ก่อนจะ ไหลลงใต้ ที่มีสภาพเป็นที่ราบลุ่มในเขตอำเภอบัว ท่าวังผา เมืองน่าน เวียงสา หลังจากนั้นจะไหลลงไปยังจังหวัดอุตรดิตถ์ พิษณุโลก และจังหวัดพิจิตร จังหวัดน่าน (ภาพที่ 2-4) แบ่งการปกครองออกเป็น 15 อำเภอ 99 ตำบล 848 หมู่บ้าน ประชากร รวมทั้งสิ้น 477,381 คน

2.5.2. ข้อมูลทั่วไปตำบลไหล่น่าน

ตำบลไหล่น่าน มีพื้นที่ประมาณ 125 ตารางกิโลเมตร หรือ 78,134 ไร่ ลักษณะกายภาพเป็นพื้นที่ราบระหว่างหุบเขา (ภาพที่ 2-4) มีภูเขาและมีแม่น้ำไหลผ่าน 2 สาย ได้แก่ แม่น้ำว้าและแม่น้ำน่าน ทางทิศเหนือ ติดต่อดำบลตาลชุม อำเภอเวียงสา, ทิศตะวันออก ติดต่อดำบลน้ำปาย อำเภอแม่จัน, ทิศใต้ ติดต่อดำบลสันนาหนองใหม่ และทิศตะวันตก ติดต่อดำบลกลางเวียง ตำบลน้ำปาว อำเภอเวียงสา มีจำนวนหมู่บ้าน 8 หมู่บ้าน มีประชากร 3,470 คน โดยป่าชุมชนบ้านบุญเรือง เป็นหนึ่งในป่าชุมชนของตำบลไหล่น่าน ซึ่งมีทรัพยากรต่าง ๆ ที่หลากหลาย เป็นแหล่งสร้างรายได้ให้กับคนในพื้นที่ และเป็นแหล่งรักษาความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศ (พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา และคณะ, 2562)



ภาพที่ 2-4 แผนที่จังหวัดน่าน และตำบลไหล่น่าน
(ที่มาของภาพ: maps.google.co.th)

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

3.1.1. การบันทึกและรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลของผู้ที่ได้ทำการศึกษาในก่อนหน้านี (กุลธิดา ป่องมาลี, 2561) ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลไว้ในปี พ.ศ. 2561 เพื่อนำไปประกอบการเก็บบันทึกข้อมูลใหม่ในปี พ.ศ. 2562

3.1.2. การวัดขนาดเส้นรอบวงของต้นไม้ในแปลงถาวร

สำรวจและเก็บข้อมูลต้นไม้ในแปลงถาวรขนาด 40x40 ตารางเมตร ในพื้นที่ป่าชุมชนทั้งหมด 4 แปลงโดยการวัดขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 130 เซนติเมตร (circumference at breast height, CBH) ทุกต้น โดยใช้สายวัด สำหรับต้นไม้ที่มีหลายลำต้น ให้ทำการวัด CBH ทุกลำต้น จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 130 เซนติเมตร (diameter at breast height, DBH) (ภาพที่ 3-1 - ภาพที่ 3-3)



แปลงถาวรที่ 1



แปลงถาวรที่ 2



แปลงถาวรที่ 3



แปลงถาวรที่ 4

ภาพที่ 3-1 พื้นที่ศึกษาแปลงถาวรทั้ง 4 แปลง



ภาพที่ 3-2 วัดขนาดเส้นรอบวงของต้นไม้ที่ความสูง 130 เซนติเมตร



ภาพที่ 3-3 เก็บตัวอย่างภาคสนาม

3.2. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.1. ความหนาแน่นของต้นไม้ (tree density) และความหนาแน่นของลำต้น (stem density)

แสดงถึงค่าเฉลี่ยของจำนวนต้นของชนิดพรรณพืชต่อหน่วยพื้นที่ (Greig-Smith, 1964) โดย

ความหนาแน่นของต้นไม้ = จำนวนต้นไม้/พื้นที่ 1 เฮกแตร์

ความหนาแน่นของลำต้น = จำนวนลำต้น/พื้นที่ 1 เฮกแตร์

3.2.2. พื้นที่หน้าตัด (basal area)

แสดงถึงความเด่นในการปกคลุมพื้นที่ของพรรณไม้ (ดอกรัก มารอด และอุทิศ ภูฏอินทร์, 2552) โดย

$$\text{พื้นที่หน้าตัด} = \pi \times (\text{DBH}/2)^2 \quad \text{ตารางเซนติเมตร}$$

3.2.3. มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass: AGB)

หาค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน โดยใช้สมการแอลโลเมตรี (allometric equation) ของ Ogawa *et al.* (1965) โดย

$$\text{มวลชีวภาพของกิ่ง (Ws)} = 0.0396(\text{DBH}^2 \times \text{H})^{0.9326} \quad \text{กิโลกรัม}$$

$$\text{มวลชีวภาพของก้าน (Wb)} = 0.003487(\text{DBH}^2 \times \text{H})^{1.027} \quad \text{กิโลกรัม}$$

$$\text{มวลชีวภาพของใบ (Wl)} = 1/[(1/(0.84 \times \text{DBH}^{0.98}))+(1/26.63)] \quad \text{กิโลกรัม}$$

$$\text{มวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวม (AGB)} = \text{Ws} + \text{Wb} + \text{Wl} \quad \text{กิโลกรัม}$$

เมื่อ H คือ ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

3.2.4. ปริมาณคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (carbon stock)

มีค่าประมาณร้อยละ 50 ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวม (Losi *et al.*, 2003)

3.2.5. ดัชนีความสำคัญ (importance value index: IVI)

เป็นค่าผลรวมของความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) และความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency) และความเด่นสัมพัทธ์ (relative dominance) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นความสำคัญทางนิเวศวิทยา (ecological importance) ว่าชนิดพันธุ์ที่มีความสำคัญในการแสดงออกของพื้นที่นั้น ๆ (Odum and Barrett, 2005; Subrahmanyam and Sambamurty, 2006) โดย

ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (%) = (ความหนาแน่นของต้นไม้ชนิดนั้นๆ/ผลรวมของความหนาแน่นของต้นไม้ทุกชนิดที่พบในแปลง) × 100

ความถี่สัมพัทธ์ (%) = (ความถี่การปรากฏของต้นไม้ชนิดนั้นๆ/ผลรวมของความถี่การปรากฏของต้นไม้ทุกชนิดที่พบในแปลง) × 100

ความเด่นสัมพัทธ์ (%) = (พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ชนิดนั้นๆ/ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ทุกชนิดที่พบในแปลง) × 100

3.2.6. คำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนที่สะสมต่อปี (current annual interment: CAI)

โดยใช้สมการ (Aryl *et al.*, 2014)

$$\text{CAI} = \text{C2} - \text{C1} / \text{T}$$

เมื่อ C1, C2 คือ คาร์บอนสะสมในปีที่ทำการเก็บข้อมูล T คือ ความต่างของช่วงเวลาที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลง (ปี)

บทที่ 4 ผลการศึกษา

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อหลัก ดังนี้

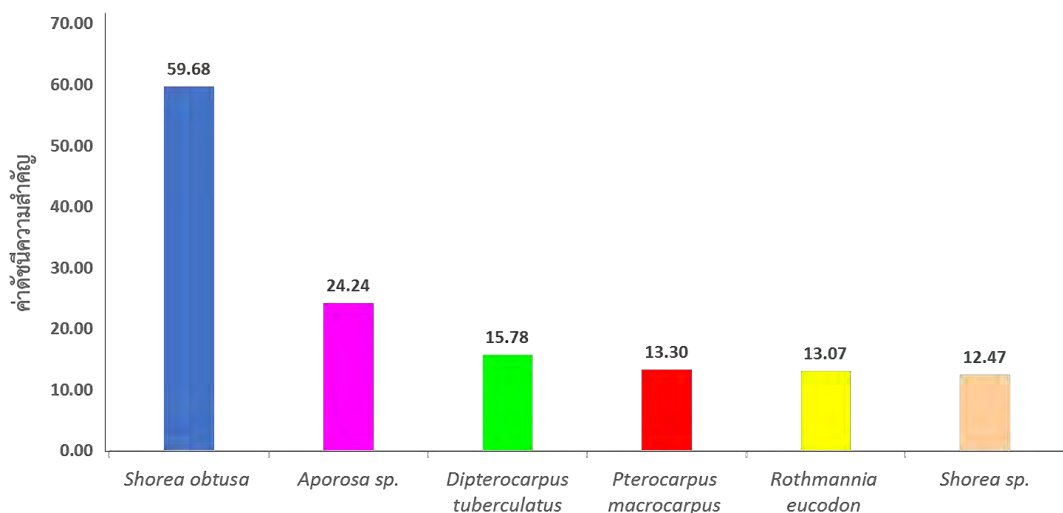
ส่วนที่ 4.1 นำเสนอเกี่ยวกับชนิดของพรรณไม้เด่นที่พบในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเรือง ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน โดยการพิจารณาจากค่าดัชนีความสำคัญ (importance value index: IV)

ส่วนที่ 4.2 นำเสนอเกี่ยวกับปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (carbon stock) และอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินที่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี รวมทั้งพิจารณาในแต่ละแปลง

ส่วนที่ 4.3 นำเสนอเกี่ยวกับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมของไม้ยืนต้นในพื้นที่ศึกษา โดยนำเสนอพันธุ์ไม้ที่อัตราการเก็บสะสมคาร์บอนเพิ่มขึ้น 9 อันดับแรกและลดลงทั้งหมด 7 อันดับ

4.1. ชนิดของพรรณไม้เด่นที่พบในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเรือง ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

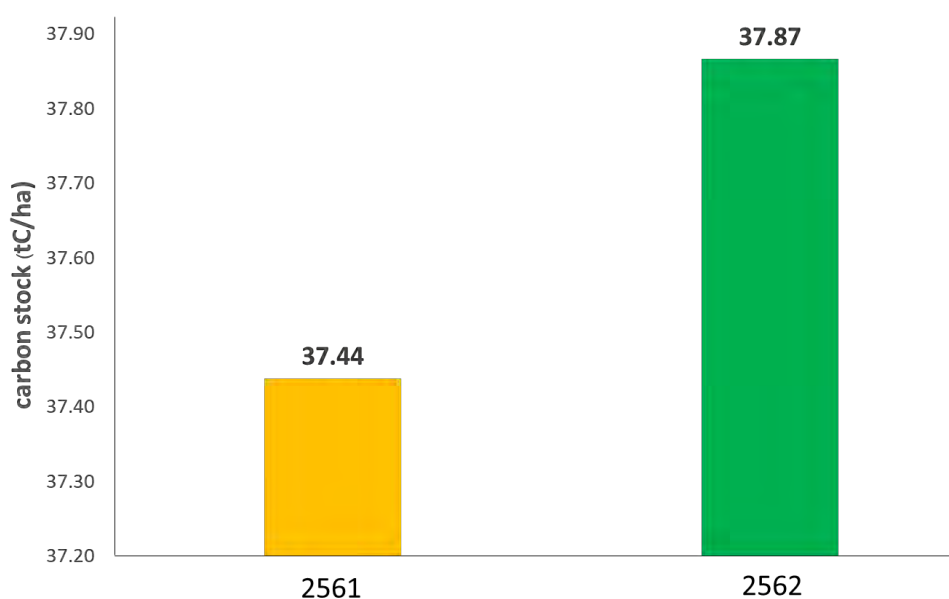
ผลการศึกษา พบว่า ในปี พ.ศ. 2562 มีไม้ยืนต้นทั้งหมด 897 ต้น สามารถจัดจำแนกได้ทั้งหมด 40 ชนิด และไม่สามารถจัดจำแนกได้ 12 ชนิด (รายละเอียดแสดงในภาคผนวกที่ 1) โดยสามารถจำแนกพันธุ์ไม้เด่นในพื้นที่ศึกษา 6 อันดับแรก คือ เต็ง เหมียด พลวง ประดู่ป่า กระจมอบ และเปาเตี้ย โดยมีค่าดัชนีความสำคัญ คือ 59.68, 24.24, 15.78, 13.30, 13.07 และ 12.47 ตามลำดับ (ภาพที่ 4-1)



ภาพที่ 4-1 ดัชนีความสำคัญ 6 อันดับแรกของพันธุ์ไม้ในพื้นที่ศึกษาในปี พ.ศ. 2562

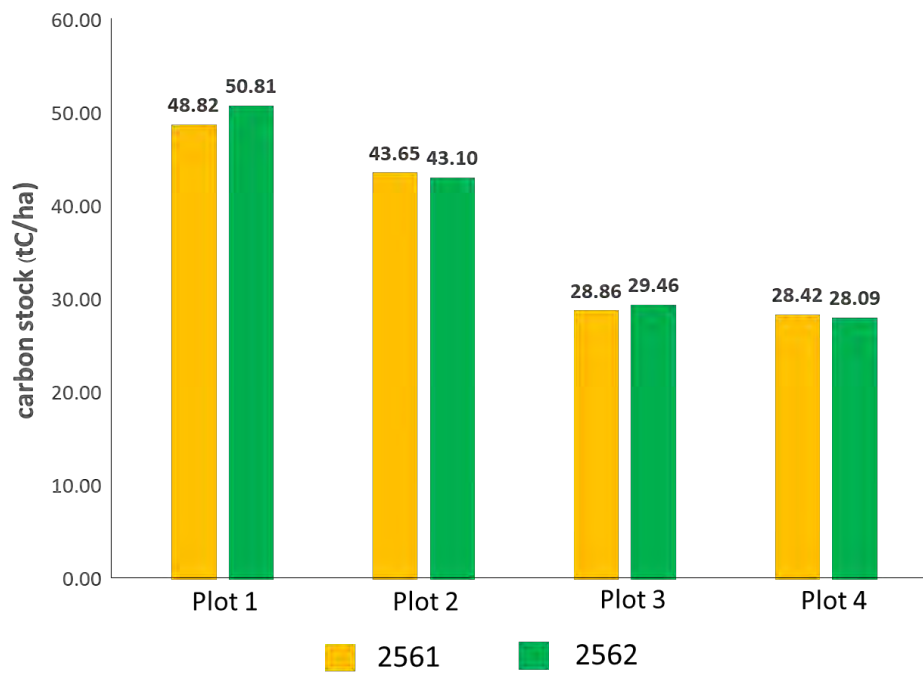
4.2. ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (carbon stock) และอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินเมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี

จากการศึกษา พบว่า ไม้ยืนต้นในพื้นที่ศึกษามีการเก็บสะสมปริมาณธาตุคาร์บอนเพิ่มขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2561 มีการเก็บสะสมปริมาณธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด 37.44 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ และในปี พ.ศ. 2562 มีการเก็บสะสมปริมาณธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด 37.87 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวกที่ 2) (ภาพที่ 4-2) ซึ่งมีอัตราการเก็บสะสมคาร์บอนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นต่อปี (current annual interment: CAI) เท่ากับ 0.43 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี (รายละเอียดแสดงในภาคผนวกที่ 1)

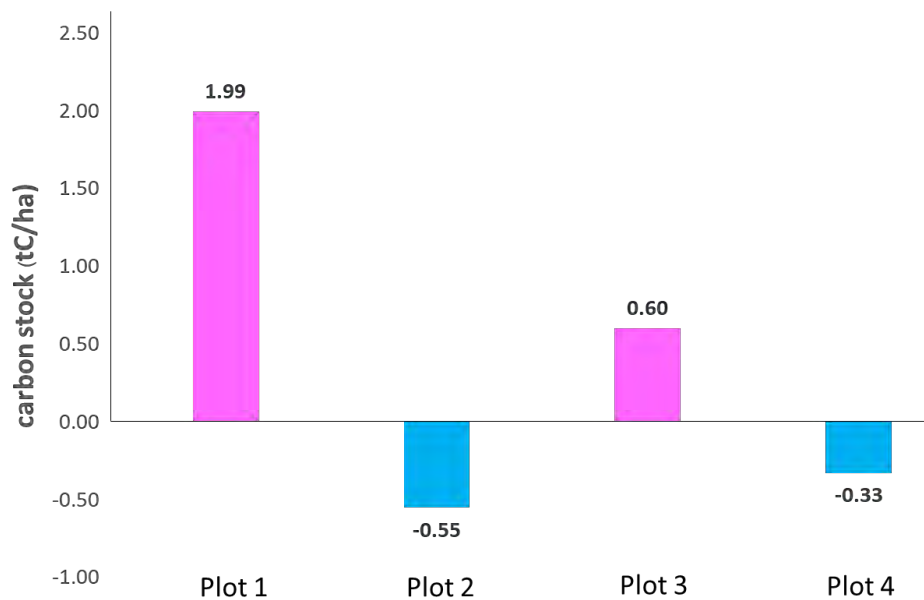


ภาพที่ 4-2 การเก็บสะสมปริมาณธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน
ในปี พ.ศ. 2561 และ ปี พ.ศ. 2562

นอกจากนี้ เมื่อทำการพิจารณาการเก็บสะสมปริมาณธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ทั้ง 4 แปลง พบว่า มีการเก็บสะสมปริมาณธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเพิ่มขึ้น 2 แปลง คือ ในแปลงที่ 1 และแปลงที่ 3 ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.99 และ 0.60 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ มีการเก็บสะสมปริมาณธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินลดลง 2 แปลง คือ ในแปลงที่ 2 และแปลงที่ 4 ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมที่ลดลงเท่ากับ 0.55 และ 0.33 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ (ภาพที่ 4-3) โดยวิเคราะห์จากต้นที่รอดและต้นที่ตายทั้งหมด เพื่อให้เห็นถึงสภาพป่าโดยรวมอย่างแท้จริง (ภาพที่ 4-4) (รายละเอียดแสดงในภาคผนวกที่ 3)

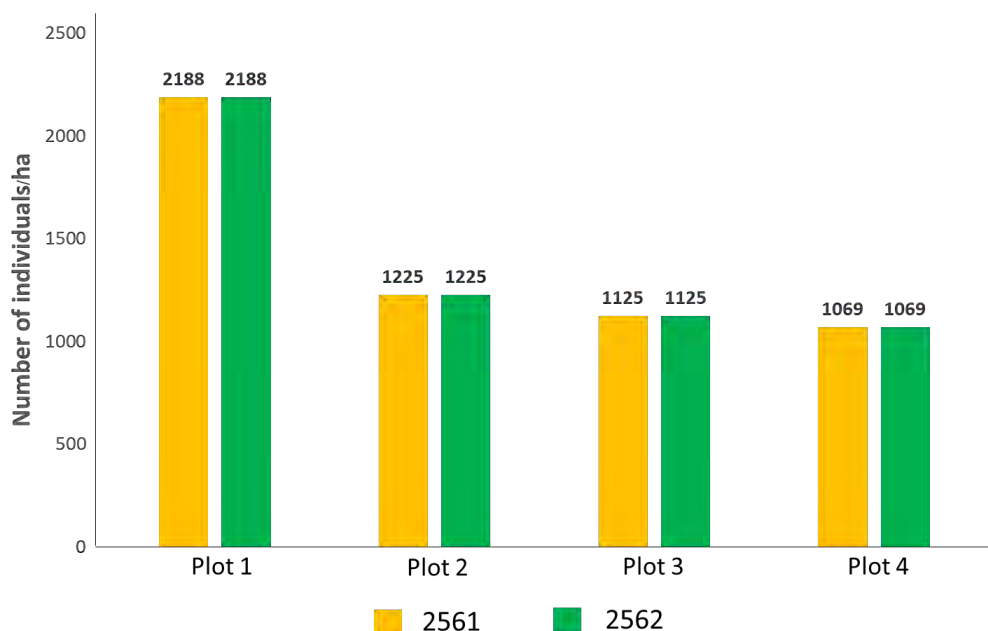


ภาพที่ 4-3 การเก็บสะสมปริมาณธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินแต่ละแปลงย่อย
ในปี พ.ศ. 2561 และ ปี พ.ศ. 2562



ภาพที่ 4-4 อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมต่อปีที่เพิ่มขึ้นในแปลงที่ 1 กับ 3
และลดลงในแปลงที่ 2 กับ 4

นอกจากนี้ เมื่อทำการพิจารณาจำนวนของต้นไม้ในแต่ละแปลงที่พบทั้ง 2 ปี พบว่า มีจำนวนต้นไม้เท่าเดิม ไม่มีต้นไม้ที่ตายลง โดยในแปลงที่ 1 แปลงที่ 2 แปลงที่ 3 และแปลงที่ 4 มีจำนวนต้นไม้ 2188, 1225, 1125 และ 1069 ต้น/เฮกแตร์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-5)



ภาพที่ 4-5 จำนวนของต้นไม้ในแต่ละแปลง ในปี พ.ศ. 2561 และ ปี พ.ศ. 2562

4.3. อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมของไม้ยืนต้นในพื้นที่ศึกษาแต่ละชนิดพันธุ์

จากการศึกษา เมื่อพิจารณาพันธุ์ไม้ที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเพิ่มขึ้นมากที่สุดต่อต้นในแต่ละปี พบว่า มีพันธุ์ไม้ทั้งหมด 9 ชนิดพันธุ์ ดังนี้ มะกอกป่า ตั้วแดง ประดู่ป่า เปาเดียด ก่อ สะเกี่ย เสี้ยวป่า มะยมหิน และเหียง โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นมากที่สุดในต้นมะกอกป่า ซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นเท่ากับ 14.17 กิโลกรัม/ต้น/ปี จนถึงอันดับสุดท้าย คือ ต้นเหียง ซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.26 กิโลกรัม/ต้น/ปี ในขณะที่พันธุ์ไม้ที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมลดลง มีทั้งหมด 7 ชนิดพันธุ์ ดังนี้ กระจับปี่ ผักหวานป่า หนามจี้ พลวง ตั้วขาว มะตอก และกุ่ม โดยมีอัตราการลดลงมากที่สุดในต้นกระจับปี่ ซึ่งมีอัตราการลดลงเท่ากับ 0.03 กิโลกรัม/ต้น/ปี จนถึงอันดับสุดท้าย คือ ต้นกุ่ม ซึ่งมีอัตราการลดลงเท่ากับ 0.01 กิโลกรัม/ต้น/ปี (รายละเอียดแสดงในภาคผนวกที่ 1)

บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา

5.1. การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมต่อปี

จากผลการศึกษาเห็นได้ว่า ในปี พ.ศ. 2562 มีการเก็บสะสมปริมาณธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด 37.87 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมกับพื้นที่ป่าผลัดใบบริเวณอื่น ๆ พบว่า ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมในพื้นที่ศึกษานี้ มีค่าสูงกว่าป่าผลัดใบบริเวณลุ่มน้ำย่อยน้ำว่า จังหวัดน่าน มีค่า 28.36 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ (พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา, 2547) และป่าเบญจพรรณ จังหวัดราชบุรี มีค่า 27.94 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ (Chaiyo et al., 2011) แต่ต่ำกว่าป่าเบญจพรรณ อำเภอกำแพงคอย จังหวัดสระบุรี มีค่า 101.39 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ (ชัตติยา สุขกันต์, 2559) และป่าเบญจพรรณ อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี มีค่า 93.12 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ (สนธยา จำปานิล, 2547) (ตาราง 5.1)

ตารางที่ 5-1 ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมในพื้นที่ศึกษา ในปี พ.ศ.2562 เปรียบเทียบกับป่าผลัดใบบริเวณอื่น ๆ

พื้นที่ศึกษา	ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสม (ตันคาร์บอน/เฮกแตร์)	แหล่งอ้างอิง
ป่าผลัดใบ อ.เวียงสา จ.น่าน	37.87	การศึกษาครั้งนี้
ป่าผลัดใบบริเวณลุ่มน้ำย่อยน้ำว่า จ.น่าน	28.36	พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา, 2547
ป่าเบญจพรรณ จ.ราชบุรี	27.94	Chaiyo et al., 2011
ป่าเบญจพรรณ อ.กำแพงคอย จ.สระบุรี	101.39	ชัตติยา สุขกันต์, 2559
ป่าเบญจพรรณ อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จ.เพชรบุรี	93.12	สนธยา จำปานิล, 2547

ความแตกต่างของปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป 1 ปีนั้น มีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมธาตุคาร์บอนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.43 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี และเมื่อพิจารณาในแต่ละแปลงย่อย พบว่า มีการเก็บสะสมปริมาณธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเพิ่มขึ้น 2 แปลง คือ ในแปลงที่ 1 และแปลงที่ 3 ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.99 และ 0.60 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ มีการเก็บสะสมปริมาณธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินลดลง 2 แปลง คือ ในแปลงที่ 2 และแปลงที่ 4 ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมที่ลดลงเท่ากับ 0.55 และ 0.33 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ (ภาพที่ 4-3) ในขณะที่จำนวนของต้นไม้ในแต่ละแปลงมีจำนวนเท่ากันในทุก 2 ปี

(ภาพที่ 4-5) เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมที่เปลี่ยนแปลงกับพื้นที่ป่าผลัดใบบริเวณอื่น ๆ พบว่า ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมในพื้นที่ศึกษานี้มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.43 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี มีค่าใกล้เคียงกับป่าเบญจพรรณ อ่างทอง อ่างทอง จังหวัดสระบุรี คือ 0.55 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี (ชัตติยา สุขกันต์, 2559; ข้อมูลไม่ได้ตีพิมพ์) มีค่าต่ำกว่าป่าไม้เขตร้อน เฟรนช์เกียนา อเมริกาใต้ มีค่า 0.95 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี (Chave et al., 2001) และป่าดงดิบ เขตร้อน ประเทศเวียดนาม มีค่า 5.40 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี (Tran Van Do et al., 2017) แต่สูงกว่าป่าเขตร้อน แอตแลนติก ประเทศบราซิล ที่มีค่าลดลง 0.60 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี (Rolim et al., 2005) (ตาราง 5.2)

จากการศึกษาในป่าเขตร้อนอื่น ๆ พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเช่นกัน แต่ก็มีบางพื้นที่ซึ่งของป่าเขตร้อนที่มีการลดลงของปริมาณธาตุคาร์บอนสะสม ซึ่งเกิดจากสภาพอากาศที่แปรปรวนอย่างรุนแรง (Rolim et al., 2005) ความแตกต่างของปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในพื้นที่ป่าต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับค่า AGB กล่าวคือ ค่า AGB จะแปรผันตามชนิดและอายุของป่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างป่าต่างชนิดกันที่มีอายุเท่ากัน ป่าเบญจพรรณจะมีแนวโน้มของค่า AGB สูงกว่าป่าเต็งรัง หรือถ้าเป็นป่าชนิดเดียวกันแต่อายุต่างกัน ป่าที่มีอายุมากจะมีค่า AGB มากกว่าป่าหุติยภูมิหรือป่าที่มีการถูกรบกวน (ซึ่งชัย วิริยะบัญชา และคณะ, 2545) แต่ในขณะเดียวกันเมื่อป่ามีอายุมากขึ้นเรื่อย ๆ อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสะสมต่อปีก็จะเพิ่มขึ้นได้ลดลง (Spracklen and Righelato, 2016)

ตารางที่ 5-2 ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมในพื้นที่ศึกษา ในปี พ.ศ.2562 ที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี กับพื้นที่ป่าผลัดใบบริเวณอื่น ๆ

พื้นที่ศึกษา	ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี (ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี)	แหล่งอ้างอิง
ป่าผลัดใบ อ.เวียงสา จ.น่าน	+0.43	การศึกษาครั้งนี้
ป่าเบญจพรรณ อ.แก่งคอย จ.สระบุรี	+0.55	ชัตติยา สุขกันต์, 2559; ข้อมูลไม่ได้ตีพิมพ์
ป่าไม้เขตร้อน เฟรนช์เกียนา อเมริกาใต้	+0.95	Chave et al., 2001
ป่าดงดิบ เขตร้อน ประเทศเวียดนาม	+5.40	Tran Van Do et al., 2017
ป่าเขตร้อนแอตแลนติก ประเทศบราซิล	-0.60	Rolim et al., 2005

5.2. อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมที่เพิ่มขึ้นและลดลงของไม้ยืนต้นในพื้นที่ศึกษาในแต่ละชนิดพันธุ์

จากผลการศึกษา พบว่า เมื่อทำการคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนที่เปลี่ยนแปลงต่อปี พบว่า ต้นไม้ชนิดที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนสะสมเพิ่มขึ้นมากที่สุด 9 อันดับแรก ได้แก่ มะกอกป่า ติวแดง ประดู่ป่า เปาเดื่อย ก่อ สะเกี่ย เสี้ยวป่า มะยมหิน และเหียง ในขณะที่ต้นไม้บางชนิดพันธุ์มีอัตราการเก็บสะสมคาร์บอนลดลง มีทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ กระจับปี่ ผักหวานป่า หนามจี พลวง ติวขาว มะดุก และกุ่ม แสดงให้เห็นว่า อัตราการเก็บสะสมคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญเติบโตที่มากขึ้นในแต่ละชนิดพันธุ์ ชนิดพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการแก่งแย่งสารอาหารและบดบังแสงแดดของต้นไม้ขนาดเล็กกว่า อีกทั้งการรบกวนจากพวกแมลงหรือการระบาดของโรค ยังทำให้ต้นไม้ขนาดเล็กกว่านั้นล้มตายได้ง่ายกว่า

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

6.1. สรุปผลการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการสะสมเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเรือง ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ผลการศึกษา พบว่า ในปี พ.ศ. 2561 และปี พ.ศ. 2562 มีอัตราการคาร์บอนสะสมเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.43 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี และเมื่อพิจารณาในแต่ละแปลงย่อย พบว่า แปลงที่ 1 และแปลงที่ 3 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเพิ่มขึ้น คิดเป็น 1.99 และ 0.60 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ แปลงที่ 2 และแปลงที่ 4 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมลดลง คิดเป็น 0.55 และ 0.33 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ จากผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าแห่งนี้ยังมีศักยภาพในการสะสมธาตุคาร์บอนได้อีกในปริมาณมาก ซึ่งมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภาวะโลกร้อน ดังนั้น หากมีการจัดการดูแลรักษาพื้นที่ป่าแห่งนี้ให้มีความเหมาะสม ก็จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้มีการเก็บสะสมคาร์บอนเพิ่มมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับระบบนิเวศในพื้นที่ดังกล่าวด้วยเช่นกัน

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ เมื่อพิจารณาปริมาณการเปลี่ยนแปลงธาตุคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินของไม้ยืนต้นในพื้นที่แต่ละชนิดพันธุ์ พบว่า ต้นไม้ที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินเพิ่มขึ้นสูงมากที่สุด 9 อันดับแรก คือ มะกอกป่า ตัวแดง ประดู่ป่า เปาเตี้ย ก่อ สะกีย เสี้ยวป่า มะยมหิน และเหียง เนื่องจากมีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็ว ดังนั้น สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลในการประเมินทางเลือกในการวางแผนจัดการฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้ต่อไปได้ในอนาคต หากต้องการฟื้นฟูป่าเพื่อวัตถุประสงค์ด้านการสะสมธาตุคาร์บอน ควรเลือกพันธุ์ไม้ดังกล่าว โดยเฉพาะมะกอกป่า ตัวแดง และประดู่ป่า เนื่องจากพันธุ์ไม้ดังกล่าวสามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ไม้ชนิดอื่น

6.2. ข้อเสนอแนะ

6.2.1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลประกอบการวางแผนดูแลและฟื้นฟูระบบนิเวศป่าไม้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการนำไปใช้ประโยชน์ ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเรือง ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ยกตัวอย่างเช่น หากต้องการตัดไม้เพื่อนำมาใช้สำหรับการผลิตไม้แปรรูป ควรเลือกตัดไม้ขนาดใหญ่ที่มีอายุมาก เพื่อลดอัตราการปล่อยคาร์บอนจากการตายตามธรรมชาติ อีกทั้งยังทำให้เกิดพื้นที่ว่างสำหรับต้นไม้ที่จะเกิดขึ้นมาใหม่ แสงสามารถส่องลงมายังต้นไม้เล็ก ๆ ได้

6.2.2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต

ควรมีการศึกษาต่อไปในอนาคตในระยะยาว เนื่องจากว่าการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการสะสมธาตุคาร์บอนในครั้งนี้ เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระยะเวลาเพียง 1 ปีเท่านั้น จึงอาจจะทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ชัดเจนมากนัก

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- กุลธิดา ป้อมมาลี, 2561. การสะสมธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ยืนต้นในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเรือง ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ชัตติยา สุขกันต์, 2559. การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสมเหนือพื้นดินและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของไม้ยืนต้นในป่าเบญจพรรณเมื่อเวลาผ่านไป 6 ปี. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชิงชัย วิริยะบัญชา, ทศพร วัชรางกูร และบรรณศาสตร์ ดวงศรีเสน. 2545. ระบบการประเมินหาปริมาณการสะสมของธาตุคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ของประเทศไทย (I. มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน). กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.
- ดอกรัก มารอด และอาทิตย์ ภูอินทร์. 2552. นิเวศวิทยาป่าไม้. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์อักษร.
- พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา. 2547. ผลกระทบของการรบกวนพื้นที่ป่าต่ออินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหารในดิน และการสะสมธาตุคาร์บอน บริเวณลุ่มน้ำย่อยน้ำว่า จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬุ. 2521. การเจริญเติบโตของต้นไม้. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- รีคอฟประเทศไทย. 2011. ป่าชุมชนกับสังคมไทย. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <https://www.recoftc.org/thailand/stories/ป่าชุมชนกับสังคมไทย> [1 พฤษภาคม 2563].
- สยามการพิมพ์มูลนิธิสืบนาคะเสถียร, 2562. สถานการณ์ป่าไม้ไทย พ.ศ. 2561-2562. เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว เชียงใหม่.
- สนธยา จำปานิล. 2547. การเปรียบเทียบผลผลิตและการย่อยสลายของเศษซากพืช เพื่อประเมินการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่า ในเขตอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สำนักจัดการที่ดินป่าไม้. 2561. โครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2559 – 2560. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://forestinfo.forest.go.th/Content/file/executive%20summary%2060.pdf> [11 มกราคม 2563]
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2560. สถานการณ์ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://ghgims.tgo.or.th/atmosphere/knowledgecontent.php?knowledgeid=2> [1 พฤษภาคม 2563].
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกและคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2544. คู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการพัฒนาโลกที่สะอาดของป่าไม้. กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์.

ภาษาอังกฤษ

- Agrawala, S. 1998. Context and early Agrawala, S. 1998. Context and early origins of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Climatic Change 39: 605-620.
- Aryal D.R., De Jong B.H.J., Ochoa Gaona S., Espraza Olguim L. and Mendoza Vega J. 2014. Carbon stocks and changes in tropical secondary forest of southern Mexico. Agriculture, Ecosystems and Environment. 195 : 220-230.
- Chaiyo, U., Garivait, S. and Wanthongchai, K. 2011. Carbon Storage in Above-Ground Biomass of Tropical Deciduous Forest in Ratchaburi Province, Thailand. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Environmental and Ecological Engineering Vol:5, No:10
- Chave J., Riera B. and Dubois, M. A., 2001. Estimation of biomass in a neotropical forest of French Guiana: spatial and temporal variability. Journal of Tropical Ecology. 17: 79-96.
- Do, T. V., Trung, P. D., Yamamoto, M., Kozan, O., Thang, N. T., Thuyet, D. V., Thang, H. V., Phuong, N. T., Khuong, N. V. and Cam, N. V. 2017. Aboveground biomass increment and stand dynamics in tropical evergreen broadleaved forest. Journal of Sustainable Forestry. 37: 1-14.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015. Global Forest Resources Assessment 2015. [Online]. Available from: <http://www.fao.org/forest-resources-assessment/en/> [23 January 2019]
- Greig-Smith, P. 1964. Quantitative Plant Ecology 3rd eds. Butterworth, London.
- Losi, C. J., Siccama, T. G., Condit R. and Morales J.E. 2003. Analysis of alternative methods for estimating carbon stock in young tropical plantations. Forest Ecology and Management. 184: 355-368.
- Hogarth, P. J., 2007. The biology of mangroves and seagrasses. Oxford University Press, USA.
- Nowak D.J. and Crane D.E. 2002. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. Environmental Pollution. 116 : 381-389.
- Nowak, D. J., Greenfield, E. J., Hoehn, R. E. and Lapoint, E. 2013. Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. Environmental Pollution. 178: 229-236.
- Odum, E. P. and Barrett, G. W. 2005. Fundamentals of Ecology. 5th ed. California: Thomson Brooks/Cole.
- Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K. and Kira, T. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation II. Plant Biomass. Nature and Life in Southeast Asia 4: 49-80.

- Chave J., Riera B. and Dubois, M. A., 2001. Estimation of biomass in a neotropical forest of French Guiana: spatial and temporal variability. *Journal of Tropical Ecology*. 17: 79–96.
- Rolim, S. G., Jesus, R. M. and Nascimento, H. E., 2005. Biomass change in an Atlantic tropical moist forest: the ENSO effect in permanent sample plots over a 22-year period. *Ecosystem Ecology*. 142: 238–246.
- Spracklen D.V. and Righelato R. 2016. Carbon storage and sequestration of re growing montane forests in southern Ecuador. *Forest Ecological and Management*. 364 : 139 144.
- Subrahmanyam, N. S. and Sambamurty, A. V. S. S. 2006. Ecology. 2th ed. Oxford: Alpha Science.

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 รายชื่อพันธุ์ไม้ จำนวนต้นที่พบ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass: AGB) ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสม (carbon storage: CS) และอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสม (CAI)

ลำดับ	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	จำนวน (ต้น)	CS 2561 (tC/ha)	CS 2562 (tC/ha)	CAI (kg/tree/yr)	IVI 2562
1	Anacardiaceae	<i>Lannea coromandelica</i>	กุ่ม	31	0.59	0.59	-0.01	7.08
2	Anacardiaceae	<i>Melanorrhoea usitata</i>	รักใหญ่	4	0.17	0.17	0.09	1.93
3	Anacardiaceae	<i>Spondias pinnata</i>	มะกอกป่า	3	0.99	1.12	14.17	3.87
4	Bignoniaceae	<i>Fernandoa adenophylla</i>	แคหางค่าง	1	0.02	0.02	0.19	1.14
5	Bignoniaceae	<i>Millingtonia hortensis</i>	กาสะลอง	15	0.01	0.01	0.02	4.6
6	Bignoniaceae	<i>Oroxylum indicum</i>	มะลัดไม้, เพกา	1	0	0	0.07	1.08
7	Caesalpinioideae	<i>Cassia garrettiana</i>	ซีเหล็กป่า	10	0.01	0.01	0.03	2.11
8	Celastraceae	<i>Siphonodon celastrineus</i>	มะดุก	14	0.05	0.04	-0.14	3.63
9	Clusiaceae	<i>Cratoxylum cochinchinense</i>	ตี้วแดง	6	0.12	0.15	1.86	4.17
10	Clusiaceae	<i>Cratoxylum formosum</i>	ตี้วขาว	29	0.25	0.23	-0.15	6.75
11	Dilleniaceae	<i>Dillenia aurea</i>	ล้าน	17	0.55	0.56	0.13	7.35
12	Dipterocarpaceae	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	เหียง	3	0.4	0.4	0.26	4.3
13	Dipterocarpaceae	<i>Dipterocarpus tuberculatus</i>	พลวง	39	3.44	3.3	-1.18	15.8
14	Dipterocarpaceae	<i>Shorea obtusa</i>	เต็ง	166	14.53	14.56	0.06	59.72
15	Dipterocarpaceae	<i>Shorea siamensis</i>	รัง	4	0.4	0.4	0.22	2.5
16	Dipterocarpaceae	<i>Shorea sp.</i>	เปาเดียว	27	3	3.08	0.94	12.49
17	Euphorbiaceae	<i>Antidesma sp.</i>	เม่า	8	0.03	0.03	0.19	1.95
18	Euphorbiaceae	<i>Aporosa sp.</i>	เหมียด	92	3.26	3.3	0.14	24.28
19	Fabaceae	<i>Millettia brandisiana</i>	กระพี้จั่น	6	0.22	0.22	0.15	3.24
20	Irvingiaceae	<i>Irvingia malayana</i>	กระบก, มะมัน	4	1.19	1.17	-2.02	5.86
21	Lamiaceae	<i>Vitex pinnata</i>	ตีนนก	2	0.02	0.02	0.16	2.22
22	Leguminosae	<i>Dalbergia cultrata</i>	กระพี้เขาคาย	1	0	0	0.05	1.1
23	Leguminosae	<i>Haldina cordifolia</i>	กว้าว	25	0.31	0.32	0.12	6.64
24	Leguminosae-Caesalpinioideae	<i>Bauhinia saccocalyx</i>	เสี้ยวป่า	23	0.59	0.63	0.5	7.3
25	Leguminosae-Papilionoideae	<i>Dalbergia assamica</i>	เก็ดตำ	39	0.7	0.72	0.14	10.42
26	Leguminosae-Papilionoideae	<i>Dalbergia oliveri</i>	เก็ดแดง	4	0.06	0.07	0.11	2.59

ลำดับ	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	จำนวน (ต้น)	CS 2561 (tC/ha)	CS 2562 (tC/ha)	CAI (kg/tree/yr)	IVI 2562
27	Leguminosae-Papilionoideae	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	ประดู่ป่า	26	2.88	2.97	1.05	13.32
28	Lythraceae	<i>Lagerstroemia calyculata</i>	เปลือย, เป็ย	20	0.1	0.11	0.07	3.53
29	Meliaceae	<i>Chukrasia velutina</i>	มะยมหิน	62	1.13	1.18	0.28	11.85
30	Opiliaceae	<i>Melientha suavis</i>	ผักหวานป่า	1	0	0	-1.58	1.08
31	Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	ส้มกบ	29	0.03	0.03	0.05	4.25
32	Rubiaceae	<i>Canthium pervifolium</i>	หนามมะเค็ด	1	0	0	0.04	1.08
33	Rubiaceae	<i>Mitragyna diversifolia</i>	กระท่อมนา	28	0.47	0.49	0.14	7.52
34	Rubiaceae	<i>Morinda tomentosa</i>	สะกีย	7	0.11	0.12	0.53	3.11
35	Rubiaceae	<i>Quercus sp.</i>	ก่อ	12	0.79	0.82	0.82	7.62
36	Rubiaceae	<i>Rothmannia eucodon</i>	กระมอ,ฝรั่งป่า	82	0.35	0.36	0.04	13.1
37	Sapindaceae	<i>Dimocarpus longan</i>	ลำไยป่า	4	0.01	0.01	0.05	1.43
38	Sapindaceae	<i>Schleichera oleosa</i>	มะเคาะ,ตะคร้อ	7	0.39	0.39	0.22	4.76
39	Simaroubaceae	<i>Harrisonia perforate</i>	หนามจี	4	0.04	0.03	-1.4	2.47
40	Strychnaceae	<i>Strychnos nux-blanda</i>	มะติง	18	0.13	0.14	0.09	6.32
41	-	Unknown 1	-	4	0.01	0.02	0.09	1.46
42	-	Unknown 2	-	1	0	0	0.11	1.09
43	-	Unknown 3	-	5	0.01	0.01	0.1	1.55
44	-	Unknown 4	-	1	0	0	0.1	1.09
45	-	Unknown 5	-	1	0.01	0.01	0.23	1.11
46	-	Unknown 6	-	2	0.03	0.03	0.2	1.28
47	-	Unknown 7	-	2	0	0	0.08	1.2
48	-	Unknown 8	-	1	0	0	0.09	1.08
49	-	Unknown 9	-	2	0.02	0.02	0.22	1.26
50	-	Unknown 10	-	1	0.01	0.02	0.13	1.13
51	-	Unknown 11	-	1	0	0	0.06	1.09
52	-	Unknown 12	-	1	0	0	0.07	1.09

ภาคผนวกที่ 2 รายชื่อพันธุ์ไม้ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass: AGB) และปริมาณธาตุคาร์บอนสะสม (carbon storage: CS) ที่พบในแต่ละแปลงย่อยในปี พ.ศ. 2561 และปี พ.ศ. 2562

ลำดับ	ชื่อไทย	AGB พ.ศ. 2561 (t/ha)	CS พ.ศ. 2561 (tC/ha)	AGB พ.ศ. 2562 (t/ha)	CS พ.ศ. 2562 (tC/ha)
แปลงที่ 1					
1	กระทมนนา	0.00	0.00	0.00	0.00
2	กระบก, มะมื่น	0.01	0.00	0.01	0.01
3	กระพีเขาควาย	0.00	0.00	0.00	0.00
4	กระพีจัน	0.01	0.00	0.01	0.01
5	กระมอม,ฝรั่งป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
6	กว่าว	0.86	0.43	0.91	0.45
7	ก้อ	0.77	0.38	0.81	0.40
8	กาสะลอง	0.06	0.03	0.09	0.05
9	ก๊ก	4.48	2.24	4.55	2.27
10	เกิดดำ	0.00	0.00	0.00	0.00
11	เกิดแดง	0.34	0.17	0.34	0.17
12	ขี้เหล็กป่า	0.08	0.04	0.09	0.05
13	แกลหางช้าง	0.00	0.00	0.00	0.00
14	ตีวขาว	1.45	0.73	1.55	0.78
15	ตีวแดง	0.02	0.01	0.03	0.01
16	ตีนนก	0.05	0.02	0.05	0.03
17	เต็ง	17.15	8.57	17.54	8.77
18	ประดป่า	21.78	10.89	22.44	11.22
19	เปลือย, เปย	0.82	0.41	0.85	0.43
20	เปาเดือย	22.87	11.43	23.49	11.75
21	ฝักหวานป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
22	พลวง	0.00	0.00	0.00	0.00
23	มะกอกป่า	7.90	3.95	8.96	4.48
24	มะเกาะ, ตะคร้อ	1.46	0.73	1.47	0.73
25	มะดก	0.09	0.04	0.11	0.05
26	มะตี่ง	0.14	0.07	0.15	0.08
27	มะยมหิน	9.01	4.50	9.47	4.73
28	มะลิดไม้, เพกา	0.00	0.00	0.00	0.00
29	เมา	0.22	0.11	0.25	0.13
30	รักใหญ่	0.00	0.00	0.00	0.00
31	รัง	0.00	0.00	0.00	0.00
32	ลำไยป่า	0.04	0.02	0.04	0.02
33	ส้มกบ	0.23	0.11	0.26	0.13
34	สะกึย	0.43	0.22	0.49	0.25
35	सान	1.97	0.98	1.98	0.99
36	เสียวป่า	4.48	2.24	4.82	2.41
37	หนามจี	0.23	0.12	0.09	0.04
38	หนามมะเค็ด	0.00	0.00	0.00	0.00
39	เหมียด	0.07	0.03	0.08	0.04
40	เหียง	0.00	0.00	0.00	0.00
41	Unknown 1	0.11	0.06	0.12	0.06
42	Unknown 2	0.03	0.01	0.03	0.02
43	Unknown 3	0.06	0.03	0.07	0.04
44	Unknown 4	0.01	0.01	0.01	0.01
45	Unknown 5	0.05	0.03	0.06	0.03
46	Unknown 6	0.20	0.10	0.21	0.11
47	Unknown 7	0.02	0.01	0.02	0.01
48	Unknown 8	0.01	0.00	0.01	0.00
49	Unknown 9	0.14	0.07	0.15	0.08
50	Unknown 10	0.00	0.00	0.00	0.00
51	Unknown 11	0.00	0.00	0.00	0.00
52	Unknown 12	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม		97.64	48.82	101.63	50.81
แปลงที่ 2					
1	กระทมนนา	0.44	0.22	0.46	0.23
2	กระบก, มะมื่น	0.79	0.40	0.84	0.42
3	กระพีเขาควาย	0.04	0.02	0.04	0.02
4	กระพีจัน	0.00	0.00	0.00	0.00
5	กระมอม,ฝรั่งป่า	0.61	0.30	0.62	0.31
6	กว่าว	1.32	0.66	1.34	0.67
7	ก้อ	0.04	0.02	0.04	0.02

ลำดับ	ชื่อไทย	AGB พ.ศ. 2561 (t/ha)	CS พ.ศ. 2561 (tC/ha)	AGB พ.ศ. 2562 (t/ha)	CS พ.ศ. 2562 (tC/ha)
8	กาสะลอง	0.00	0.00	0.00	0.00
9	กัก	0.22	0.11	0.15	0.07
10	เกิดดำ	2.81	1.41	2.88	1.44
11	เกิดแดง	0.00	0.00	0.00	0.00
12	ชีเหล็กป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
13	แกลหางข้าง	0.00	0.00	0.00	0.00
14	ตีวขาว	0.03	0.02	0.03	0.02
15	ตีวแดง	0.93	0.47	0.96	0.48
16	ตีนนก	0.00	0.00	0.00	0.00
17	เต็ง	42.28	21.14	41.89	20.94
18	ประดู่ป่า	0.86	0.43	0.87	0.44
19	เปลือย, เป็ย	0.00	0.00	0.00	0.00
20	เป่าเดียว	1.12	0.56	1.13	0.56
21	ผักหวานป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
22	พลวง	16.18	8.09	15.34	7.67
23	มะกอกป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
24	มะเดาะ, ตะคร้อ	0.10	0.05	0.10	0.05
25	มะดก	0.00	0.00	0.00	0.00
26	มะตัง	0.86	0.43	0.89	0.44
27	มะยมหิน	0.00	0.00	0.00	0.00
28	มะลัดไม้, เพกา	0.00	0.00	0.00	0.00
29	เมา	0.00	0.00	0.00	0.00
30	รักใหญ่	0.00	0.00	0.00	0.00
31	รัง	0.36	0.18	0.36	0.18
32	ลำไยป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
33	ส้มกบ	0.00	0.00	0.00	0.00
34	สะกึย	0.00	0.00	0.00	0.00
35	ลำน	0.87	0.44	0.87	0.43
36	เสี้ยวป่า	0.06	0.03	0.00	0.00
37	หนามจี	0.00	0.00	0.00	0.00
38	หนามมะเกิด	0.01	0.00	0.01	0.01
39	เหมือด	16.21	8.10	16.19	8.10
40	เหียง	0.99	0.50	1.00	0.50
41	Unknown 1	0.00	0.00	0.00	0.00
42	Unknown 2	0.00	0.00	0.00	0.00
43	Unknown 3	0.00	0.00	0.00	0.00
44	Unknown 4	0.00	0.00	0.00	0.00
45	Unknown 5	0.00	0.00	0.00	0.00
46	Unknown 6	0.00	0.00	0.00	0.00
47	Unknown 7	0.00	0.00	0.00	0.00
48	Unknown 8	0.00	0.00	0.00	0.00
49	Unknown 9	0.00	0.00	0.00	0.00
50	Unknown 10	0.12	0.06	0.12	0.06
51	Unknown 11	0.02	0.01	0.02	0.01
52	Unknown 12	0.04	0.02	0.04	0.02
รวม		87.30	43.65	86.20	43.10
แปลงที่ 3					
1	กะทมณา	1.59	0.80	1.63	0.81
2	กะบก, มะมื่น	0.00	0.00	0.00	0.00
3	กะพีเขาคาย	0.00	0.00	0.00	0.00
4	กะพีจัน	0.00	0.00	0.00	0.00
5	กะมอม, ฝรั่งป่า	0.87	0.44	0.89	0.44
6	กว่าว	0.00	0.00	0.00	0.00
7	ก่อ	4.18	2.09	4.37	2.18
8	กาสะลอง	0.01	0.00	0.00	0.00
9	กัก	0.00	0.00	0.00	0.00
10	เกิดดำ	1.24	0.62	1.30	0.65
11	เกิดแดง	0.00	0.00	0.00	0.00
12	ชีเหล็กป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
13	แกลหางข้าง	0.13	0.06	0.13	0.07
14	ตีวขาว	0.48	0.24	0.28	0.14
15	ตีวแดง	0.00	0.00	0.24	0.12
16	ตีนนก	0.09	0.04	0.09	0.05
17	เต็ง	29.50	14.75	29.97	14.99
18	ประดู่ป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
19	เปลือย, เป็ย	0.00	0.00	0.00	0.00
20	เป่าเดียว	0.00	0.00	0.00	0.00

ลำดับ	ชื่อไทย	AGB พ.ศ. 2561 (t/ha)	CS พ.ศ. 2561 (tC/ha)	AGB พ.ศ. 2562 (t/ha)	CS พ.ศ. 2562 (tC/ha)
21	ผักหวานป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
22	พลวง	9.73	4.87	9.86	4.93
23	มะกอกป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
24	มะเคาะ, ตะคร้อ	1.56	0.78	1.59	0.80
25	มะตอก	0.29	0.14	0.22	0.11
26	มะตัง	0.04	0.02	0.04	0.02
27	มะยมหิน	0.00	0.00	0.00	0.00
28	มะลิดไม้, เพกา	0.00	0.00	0.00	0.00
29	เฒ่า	0.00	0.00	0.00	0.00
30	รักใหญ่	1.35	0.67	1.36	0.68
31	รัง	0.00	0.00	0.00	0.00
32	ลำไยป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
33	ส้มกบ	0.00	0.00	0.00	0.00
34	สะกีย	0.43	0.21	0.46	0.23
35	सान	0.93	0.46	0.97	0.48
36	เสียวป่า	0.19	0.09	0.19	0.10
37	หนามจี	0.00	0.00	0.00	0.00
38	หนามมะเค็ด	0.00	0.00	0.00	0.00
39	เหมียด	4.52	2.26	4.74	2.37
40	เหียง	0.59	0.30	0.60	0.30
41	Unknown 1	0.00	0.00	0.00	0.00
42	Unknown 2	0.00	0.00	0.00	0.00
43	Unknown 3	0.00	0.00	0.00	0.00
44	Unknown 4	0.00	0.00	0.00	0.00
45	Unknown 5	0.00	0.00	0.00	0.00
46	Unknown 6	0.00	0.00	0.00	0.00
47	Unknown 7	0.00	0.00	0.00	0.00
48	Unknown 8	0.00	0.00	0.00	0.00
49	Unknown 9	0.00	0.00	0.00	0.00
50	Unknown 10	0.00	0.00	0.00	0.00
51	Unknown 11	0.00	0.00	0.00	0.00
52	Unknown 12	0.00	0.00	0.00	0.00
รวม		57.72	28.86	58.92	29.46
แปลงที่ 4					
1	กระทมณา	1.77	0.88	1.81	0.90
2	กระบก, มะมัน	8.76	4.38	8.50	4.25
3	กระพี้เขากวาย	0.00	0.00	0.00	0.00
4	กระพิจัน	1.73	0.86	1.75	0.87
5	กระมอม, ฝรั่งป่า	1.32	0.66	1.37	0.68
6	กว่าว	0.28	0.14	0.29	0.14
7	ก่อ	1.32	0.66	1.34	0.67
8	กาสะลอง	0.02	0.01	0.00	0.00
9	กัก	0.00	0.00	0.00	0.00
10	เก็ดดำ	1.55	0.77	1.56	0.78
11	เก็ดแดง	0.18	0.09	0.18	0.09
12	ซีเหล็กป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
13	แคหางข่าง	0.00	0.00	0.00	0.00
14	ติวขาว	0.00	0.00	0.00	0.00
15	ติวแดง	0.00	0.00	0.00	0.00
16	ตึนนก	0.00	0.00	0.00	0.00
17	เต็ง	27.27	13.64	27.05	13.53
18	ประดป่า	0.44	0.22	0.45	0.22
19	เปลือย, เปย	0.00	0.00	0.00	0.00
20	เปาเดือย	0.00	0.00	0.00	0.00
21	ผักหวานป่า	0.04	0.02	0.00	0.00
22	พลวง	1.62	0.81	1.19	0.59
23	มะกอกป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
24	มะเคาะ, ตะคร้อ	0.00	0.00	0.00	0.00
25	มะตอก	0.00	0.00	0.00	0.00
26	มะตัง	0.02	0.01	0.02	0.01
27	มะยมหิน	0.02	0.01	0.00	0.00
28	มะลิดไม้, เพกา	0.00	0.00	0.00	0.00
29	เฒ่า	0.00	0.00	0.00	0.00
30	รักใหญ่	0.00	0.00	0.00	0.00
31	รัง	2.84	1.42	2.86	1.43
32	ลำไยป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
33	ส้มกบ	0.00	0.00	0.00	0.00

ลำดับ	ชื่อไทย	AGB พ.ศ. 2561 (t/ha)	CS พ.ศ. 2561 (tC/ha)	AGB พ.ศ. 2562 (t/ha)	CS พ.ศ. 2562 (tC/ha)
34	สะกีย	0.00	0.00	0.00	0.00
35	सान	0.63	0.32	0.65	0.32
36	เสียวป่า	0.00	0.00	0.00	0.00
37	หนามจี	0.12	0.06	0.13	0.06
38	หนามมะเทีต	0.00	0.00	0.00	0.00
39	เหมียด	5.31	2.65	5.43	2.71
40	เหียง	1.62	0.81	1.62	0.81
41	Unknown 1	0.00	0.00	0.00	0.00
42	Unknown 2	0.00	0.00	0.00	0.00
43	Unknown 3	0.00	0.00	0.00	0.00
44	Unknown 4	0.00	0.00	0.00	0.00
45	Unknown 5	0.00	0.00	0.00	0.00
46	Unknown 6	0.00	0.00	0.00	0.00
47	Unknown 7	0.00	0.00	0.00	0.00
48	Unknown 8	0.00	0.00	0.00	0.00
49	Unknown 9	0.00	0.00	0.00	0.00
50	Unknown 10	0.00	0.00	0.00	0.00
51	Unknown 11	0.00	0.00	0.00	0.00
52	Unknown 12	0.00	0.00	0.00	0.00
	รวม	56.85	28.42	56.19	28.09

ภาคผนวกที่ 3 รายชื่อพันธุ์ไม้ จำนวนต้นที่พบ ปริมาณธาตุคาร์บอนสะสม (carbon storage: CS) และอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุคาร์บอนสะสม (CAI)

ลำดับ	ชนิด	จำนวนต้น/ไร่ พ.ศ. 2561	CS-2561 (tC/ha)	จำนวนต้น/ไร่ พ.ศ.256/	CS-2562 (tC/ha)	CAI (tC/ha/year)
แปลงที่ 1						
1	กระถมนา	0	0.00	0	0.00	0.00
2	กระบก, มะมื่น	1	0.00	1	0.01	0.00
3	กระพีเขาควาย	0	0.00	0	0.00	0.00
4	กระพีจัน	1	0.00	1	0.01	0.00
5	กระมอม,ฝรั่งป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
6	กว่าว	17	0.43	17	0.45	0.02
7	ก่อ	1	0.38	1	0.40	0.02
8	กาสะลอง	13	0.03	13	0.05	0.01
9	กก	26	2.24	26	2.27	0.03
10	เก็ดดำ	1	0.00	1	0.00	0.00
11	เก็ดแดง	3	0.17	3	0.17	0.00
12	ขี้เหล็กป่า	10	0.04	10	0.05	0.00
13	แถหางช้าง	0	0.00	0	0.00	0.00
14	ตีขาว	25	0.73	25	0.78	0.05
15	ตีแดง	4	0.01	4	0.01	0.00
16	ตีนนก	1	0.02	1	0.03	0.00
17	เต็ง	11	8.57	11	8.77	0.20
18	ประดป่า	22	10.89	22	11.22	0.33
19	เปลือย, เปย	20	0.41	20	0.43	0.02
20	เปาเดือย	23	11.43	23	11.75	0.31
21	ผักหวานป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
22	พลวง	0	0.00	0	0.00	0.00
23	มะกอกป่า	3	3.95	3	4.48	0.53
24	มะเกาะ, ตะคร้อ	3	0.73	3	0.73	0.00
25	มะดก	3	0.04	3	0.05	0.01
26	มะตัง	6	0.07	6	0.08	0.01
27	มะยมหิน	61	4.50	61	4.73	0.23
28	มะลิไม้, เพกา	1	0.00	1	0.00	0.00
29	เม่า	8	0.11	8	0.13	0.02
30	รักใหญ่	0	0.00	0	0.00	0.00
31	รัง	0	0.00	0	0.00	0.00
32	ลำไยป่า	4	0.02	4	0.02	0.00
33	ส้มกบ	29	0.11	29	0.13	0.02
34	สะกีย	4	0.22	4	0.25	0.03
35	सान	2	0.98	2	0.99	0.00
36	เสี้ยวป่า	20	2.24	20	2.41	0.17
37	หนามจี	3	0.12	3	0.04	-0.07
38	หนามมะเค็ด	0	0.00	0	0.00	0.00
39	เหมียด	5	0.03	5	0.04	0.00
40	เหียง	0	0.00	0	0.00	0.00
41	Unknown 1	4	0.06	4	0.06	0.00
42	Unknown 2	1	0.01	1	0.02	0.00
43	Unknown 3	5	0.03	5	0.04	0.01
44	Unknown 4	1	0.01	1	0.01	0.00
45	Unknown 5	1	0.03	1	0.03	0.00
46	Unknown 6	2	0.10	2	0.11	0.00
47	Unknown 7	2	0.01	2	0.01	0.00
48	Unknown 8	1	0.00	1	0.00	0.00
49	Unknown 9	2	0.07	2	0.08	0.01
50	Unknown 10	0	0.00	0	0.00	0.00
51	Unknown 11	0	0.00	0	0.00	0.00
52	Unknown 12	0	0.00	0	0.00	0.00
	รวม	350	48.82	350	50.81	1.99
แปลงที่ 2						
1	กระถมนา	5	0.22	5	0.23	0.01
2	กระบก, มะมื่น	2	0.40	2	0.42	0.03
3	กระพีเขาควาย	1	0.02	1	0.02	0.00
4	กระพีจัน	0	0.00	0	0.00	0.00
5	กระมอม,ฝรั่งป่า	9	0.30	9	0.31	0.01
6	กว่าว	5	0.66	5	0.67	0.01
7	ก่อ	1	0.02	1	0.02	0.00

ลำดับ	ชนิด	จำนวนต้น/ไร่ พ.ศ. 2561	CS-2561 (tC/ha)	จำนวนต้น/ไร่ พ.ศ.2566/	CS-2562 (tC/ha)	CAI (tC/ha/year)
8	กาสะลอง	0	0.00	0	0.00	0.00
9	กก	5	0.11	5	0.07	-0.04
10	เกิดดำ	26	1.41	26	1.44	0.03
11	เกิดแดง	0	0.00	0	0.00	0.00
12	ซีเหล็กป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
13	แหหางข้าง	0	0.00	0	0.00	0.00
14	ติวขาว	1	0.02	1	0.02	0.00
15	ติวแดง	2	0.47	2	0.48	0.02
16	ดินนกก	0	0.00	0	0.00	0.00
17	เต็ง	40	21.14	40	20.94	-0.20
18	ประดู่ป่า	3	0.43	3	0.44	0.01
19	เปลือย, เป็ย	0	0.00	0	0.00	0.00
20	เป่าเดียว	4	0.56	4	0.56	0.00
21	ผักหวานป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
22	พลวง	20	8.09	20	7.67	-0.42
23	มะกอกป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
24	มะเดาะ, ตะคร้อ	1	0.05	1	0.05	0.00
25	มะดก	0	0.00	0	0.00	0.00
26	มะตัง	10	0.43	10	0.44	0.01
27	มะยมหิน	0	0.00	0	0.00	0.00
28	มะลิต ไม้, เพกา	0	0.00	0	0.00	0.00
29	เมา	0	0.00	0	0.00	0.00
30	รักใหญ่	0	0.00	0	0.00	0.00
31	รัง	1	0.18	1	0.18	0.00
32	ลำไยป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
33	ส้มกบ	0	0.00	0	0.00	0.00
34	สะกึย	0	0.00	0	0.00	0.00
35	ลำวัน	8	0.44	8	0.43	0.00
36	เลี้ยวป่า	1	0.03	1	0.00	-0.03
37	หนามจี	0	0.00	0	0.00	0.00
38	หนามมะเกิด	1	0.00	1	0.01	0.00
39	เหมียด	46	8.10	46	8.10	-0.01
40	เหียง	1	0.50	1	0.50	0.01
41	Unknown 1	0	0.00	0	0.00	0.00
42	Unknown 2	0	0.00	0	0.00	0.00
43	Unknown 3	0	0.00	0	0.00	0.00
44	Unknown 4	0	0.00	0	0.00	0.00
45	Unknown 5	0	0.00	0	0.00	0.00
46	Unknown 6	0	0.00	0	0.00	0.00
47	Unknown 7	0	0.00	0	0.00	0.00
48	Unknown 8	0	0.00	0	0.00	0.00
49	Unknown 9	0	0.00	0	0.00	0.00
50	Unknown 10	1	0.06	1	0.06	0.00
51	Unknown 11	1	0.01	1	0.01	0.00
52	Unknown 12	1	0.02	1	0.02	0.00
รวม		196	43.65	196	43.10	-0.55
แปลงที่ 3						
1	กระทมณา	7	0.80	7	0.81	0.01
2	กระบก, มะมีน	0	0.00	0	0.00	0.00
3	กระพีเขากวาย	0	0.00	0	0.00	0.00
4	กระพีจัน	0	0.00	0	0.00	0.00
5	กระมอม, ฝรั่งป่า	29	0.44	29	0.44	0.01
6	กว่าว	0	0.00	0	0.00	0.00
7	ก่อ	6	2.09	6	2.18	0.09
8	กาสะลอง	1	0.00	1	0.00	0.00
9	กก	0	0.00	0	0.00	0.00
10	เกิดดำ	8	0.62	8	0.65	0.03
11	เกิดแดง	0	0.00	0	0.00	0.00
12	ซีเหล็กป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
13	แหหางข้าง	1	0.06	1	0.07	0.00
14	ติวขาว	3	0.24	2	0.14	-0.10
15	ติวแดง	0	0.00	1	0.12	0.12
16	ดินนกก	1	0.04	1	0.05	0.00
17	เต็ง	64	14.75	64	14.99	0.23
18	ประดู่ป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
19	เปลือย, เป็ย	0	0.00	0	0.00	0.00
20	เป่าเดียว	0	0.00	0	0.00	0.00

ลำดับ	ชนิด	จำนวนต้น/ไร่ พ.ศ. 2561	CS-2561 (tC/ha)	จำนวนต้น/ไร่ พ.ศ.2562/	CS-2562 (tC/ha)	CAI (tC/ha/year)
21	ผักหวานป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
22	พลวง	11	4.87	11	4.93	0.06
23	มะกอกป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
24	มะเคาะ, ตะคร้อ	3	0.78	3	0.80	0.02
25	มะตอก	11	0.14	11	0.11	-0.03
26	มะตัง	1	0.02	1	0.02	0.00
27	มะยมหิน	0	0.00	0	0.00	0.00
28	มะลัดไม้, เพกา	0	0.00	0	0.00	0.00
29	เฒ่า	0	0.00	0	0.00	0.00
30	รักใหญ่	4	0.67	4	0.68	0.00
31	รัง	0	0.00	0	0.00	0.00
32	ลำไยป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
33	ส้มกบ	0	0.00	0	0.00	0.00
34	สะกีย	3	0.21	3	0.23	0.02
35	सान	4	0.46	4	0.48	0.02
36	เสียวป่า	2	0.09	2	0.10	0.00
37	หนามจี	0	0.00	0	0.00	0.00
38	หนามมะเค็ด	0	0.00	0	0.00	0.00
39	เหมียด	20	2.26	20	2.37	0.11
40	เหียง	1	0.30	1	0.30	0.00
41	Unknown 1	0	0.00	0	0.00	0.00
42	Unknown 2	0	0.00	0	0.00	0.00
43	Unknown 3	0	0.00	0	0.00	0.00
44	Unknown 4	0	0.00	0	0.00	0.00
45	Unknown 5	0	0.00	0	0.00	0.00
46	Unknown 6	0	0.00	0	0.00	0.00
47	Unknown 7	0	0.00	0	0.00	0.00
48	Unknown 8	0	0.00	0	0.00	0.00
49	Unknown 9	0	0.00	0	0.00	0.00
50	Unknown 10	0	0.00	0	0.00	0.00
51	Unknown 11	0	0.00	0	0.00	0.00
52	Unknown 12	0	0.00	0	0.00	0.00
	รวม	180	28.86	180	29.46	0.59
แปลงที่ 4						
1	กระทมนนา	16	0.88	16	0.90	0.02
2	กระบก, มะมื่น	1	4.38	1	4.25	-0.13
3	กระพีเขาคาย	0	0.00	0	0.00	0.00
4	กระพีจัน	5	0.86	5	0.87	0.01
5	กระมอม, ฝรั่งป่า	44	0.66	44	0.68	0.03
6	กว่าว	3	0.14	3	0.14	0.00
7	ก่อ	4	0.66	4	0.67	0.01
8	กาสะลอง	1	0.01	1	0.00	-0.01
9	กัก	0	0.00	0	0.00	0.00
10	เก็ดดำ	4	0.77	4	0.78	0.01
11	เก็ดแดง	1	0.09	1	0.09	0.00
12	ชีเหล็กป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
13	แคหางข่าง	0	0.00	0	0.00	0.00
14	ติวขาว	0	0.00	0	0.00	0.00
15	ติวแดง	0	0.00	0	0.00	0.00
16	ตึนนก	0	0.00	0	0.00	0.00
17	เต็ง	51	13.64	51	13.53	-0.11
18	ประดป่า	1	0.22	1	0.22	0.01
19	เปลือย, เป็ย	0	0.00	0	0.00	0.00
20	เป่าเต็ย	0	0.00	0	0.00	0.00
21	ผักหวานป่า	1	0.02	1	0.00	-0.02
22	พลวง	8	0.81	8	0.59	-0.22
23	มะกอกป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
24	มะเคาะ, ตะคร้อ	0	0.00	0	0.00	0.00
25	มะตอก	0	0.00	0	0.00	0.00
26	มะตัง	1	0.01	1	0.01	0.00
27	มะยมหิน	1	0.01	1	0.00	-0.01
28	มะลัดไม้, เพกา	0	0.00	0	0.00	0.00
29	เฒ่า	0	0.00	0	0.00	0.00
30	รักใหญ่	0	0.00	0	0.00	0.00
31	รัง	3	1.42	3	1.43	0.01
32	ลำไยป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
33	ส้มกบ	0	0.00	0	0.00	0.00

ลำดับ	ชนิด	จำนวนตัน/ไร่ พ.ศ. 2561	CS-2561 (tC/ha)	จำนวนตัน/ไร่ พ.ศ.2562/	CS-2562 (tC/ha)	CAI (tC/ha/year)
34	สะกีย	0	0.00	0	0.00	0.00
35	सान	3	0.32	3	0.32	0.01
36	เสียวป่า	0	0.00	0	0.00	0.00
37	หนามจี	1	0.06	1	0.06	0.00
38	หนามมะเค็ด	0	0.00	0	0.00	0.00
39	เหมียด	21	2.65	21	2.71	0.06
40	เหียง	1	0.81	1	0.81	0.00
41	Unknown 1	0	0.00	0	0.00	0.00
42	Unknown 2	0	0.00	0	0.00	0.00
43	Unknown 3	0	0.00	0	0.00	0.00
44	Unknown 4	0	0.00	0	0.00	0.00
45	Unknown 5	0	0.00	0	0.00	0.00
46	Unknown 6	0	0.00	0	0.00	0.00
47	Unknown 7	0	0.00	0	0.00	0.00
48	Unknown 8	0	0.00	0	0.00	0.00
49	Unknown 9	0	0.00	0	0.00	0.00
50	Unknown 10	0	0.00	0	0.00	0.00
51	Unknown 11	0	0.00	0	0.00	0.00
52	Unknown 12	0	0.00	0	0.00	0.00
	รวม	171	28.42	171	28.09	-0.33