

Received: August 20, 2025
Accepted: September 19, 2025

Revised: September 10, 2025
Published: December 26, 2025

**การประเมินการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด ตำบลหนองกะป๋อ
อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี**
**Assessment of Carbon Sequestration in the Ban Pong Salod Community
Forest, Nong Kapu Subdistrict, Ban Lat District, Phetchaburi Province**

สุภาดา ขุนณรงค์¹ ศิริพรรณ ศรีธธาพล¹ นิรุช ล้ำเลิศ¹ ปัทมาพร ยอดสันติ¹ และ วริษา ปานเจริญ^{1*}
Supada Khunnarong¹ Siriphan Saththaphon¹ Niroot Lamler¹ Pattamaporn Yodsunti¹ and
Warisa Pancharoen^{1*}

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี 76000

¹Division of Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University, 76000

*Warisa.pan@mail.pbru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนของป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด ตำบลหนองกะป๋อ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี จากการทำการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลบนพื้นที่ที่วางแผนสี่เหลี่ยมขนาด 40 x 40 เมตร ซึ่งมีเนื้อที่แปลงเท่ากับ 1 ไร่ จากพื้นที่ป่าชุมชน 100 ไร่ โดยแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 x 10 เมตร จำนวน 16 แปลง พบชนิดพันธุ์ไม้ทั้งหมด 27 ชนิด ชนิดพันธุ์ไม้ที่พบมากที่สุด คือ ต้นสามพันดา มีความหนาแน่นต้นไม้ 125 ต้น/ไร่ โดยชนิดของพันธุ์ไม้ที่มีการกักเก็บคาร์บอน ปริมาณดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจนมากที่สุดคือต้นมะค่าโมงซึ่งมีค่ากักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 0.47352 ตัน/ตัน ค่าปริมาณดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 1.73624 ตัน/ตัน และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน เท่ากับ 1.26272 ตัน/ตัน ค่ากักเก็บคาร์บอนรวมทั้ง 16 แปลง มีค่าเท่ากับ 15.73877 ตัน/ไร่ ปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้ง 16 แปลงมีค่าเท่ากับ 57.70884 ตัน/ไร่ และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจนรวมทั้ง 16 แปลง มีค่าเท่ากับ 41.97006 ตัน/ไร่ ซึ่งหากคิดเป็นราคาการซื้อขาย Carbon credit (tCO₂e) ประเภทโครงการป่าไม้ โดยอ้างอิงจากราคาการซื้อขาย Carbon TVER ของโครงการปีงบประมาณ 2567 ซึ่งมีราคาเฉลี่ย 509.34 บาท/ตัน คิดเป็นมูลค่า 29,393.42 บาท/ไร่

คำสำคัญ: การกักเก็บคาร์บอน, การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์, การปลดปล่อยออกซิเจน , ความหนาแน่นต้นไม้

Abstract

This study aimed to evaluate the carbon sequestration potential of the Ban Pong Salod Community Forest, located in Nong Kapu Subdistrict, Ban Lat District, Phetchaburi Province, Thailand. Field surveys and data analyses were conducted in a 40 × 40 m sample plot (equivalent to 1 rai) within a total community forest area of 100 rai. The plot was subdivided into sixteen 10 × 10 m subplots. A total of 27 tree species were identified, with *Sampantaea amentiflora* (Airy Shaw) (locally known as Sam Phan Ta) being the most abundant, showing a density of 125 trees per rai. The species with the highest carbon sequestration, carbon dioxide uptake, and oxygen release was *Afzelia xylocarpa* (Makha Mong), which stored 0.47352 ton of carbon per tree, absorbed 1.73624 ton of CO₂ per tree, and released 1.26272 ton of oxygen per tree. The total carbon sequestration across all 16 subplots was 15.73877 ton/rai, with total CO₂ uptake and oxygen release calculated at 57.70884 ton/rai and 41.97006 ton/rai, respectively. Based on the average 2024 TVER carbon trading price for forestry projects of 509.34 THB/ton, the estimated carbon credit (tCO₂e) value was 29,393.42 THB/rai.

Keywords: Carbon sequestration, Carbon dioxide absorption, Oxygen emission, Tree density.

บทนำ

ปัญหาโลกร้อนในปัจจุบันเกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ในชั้นบรรยากาศเมื่อมีการสะสมของก๊าซเหล่านี้เป็นจำนวนมากจะก่อให้เกิดการกักเก็บความร้อนจากรังสีของดวงอาทิตย์ที่เรียกว่า ภาวะเรือนกระจกซึ่งทำให้สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไปจากปกติได้และอาจส่งผลกระทบต่อความผิดปกติของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ บนโลกที่เราอาศัยอยู่ได้

การดำรงไว้ซึ่งทรัพยากรป่าไม้เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศได้โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง และนำมาเก็บไว้ในรูปเซลลูโลสเมื่อต้นไม้เจริญเติบโตคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกสะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืชในรูปของมวลชีวภาพ ซึ่งจากกระบวนการสังเคราะห์แสงคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว แล้วถูกนำไปสร้างอินทรีย์สารในเนื้อไม้ เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน เป็นต้น สะสมเป็นองค์ประกอบหลักในเนื้อไม้ และยังทำให้ไม้แข็งแรงทนทาน ดังนั้นหากไม่ทำลายป่า คาร์บอนจะยังคงสะสมในต้นไม้ที่มีชีวิตหรือเมื่อมีการแปรรูปต้นไม้ คาร์บอนยังถูกยึดไว้ในเนื้อไม้ที่นำมาแปรรูปด้วย ดังนั้นคาร์บอนจึงสามารถยึดอยู่กับเนื้อเยื่อของต้นไม้ และเนื้อไม้ซึ่งมีระยะเวลาที่ค่อนข้างยาวนาน ด้วยเหตุนี้ป่าชุมชนซึ่งเป็นพื้นที่ป่าไม้ที่ชุมชนสามารถใช้สอยพึ่งพาเพื่อการยังชีพได้ และยังช่วยรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อม จึงเป็นอีกหนึ่งพื้นที่สำคัญในการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการกักเก็บคาร์บอนที่ช่วยลดภาวะโลกร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ (กฤษฎา ภาณุมนต์วาทิ และ เสวียน เปรมประสิทธิ์, 2566; ยุพเยาว์ โตศิริ และคณะ, 2563; จุฑาพร ทองนุ่น และคณะ, 2565; เอื้อมพร จันทรสองดวง และคณะ, 2564) เนื่องจากป่าไม้แต่ละประเภทมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนและมีปริมาณคาร์บอนสะสมแตกต่างกันตามลักษณะโครงสร้างและชนิดพรรณไม้ที่ขึ้นอยู่ภายในพื้นที่ป่า และเพื่อเป็นข้อมูลอันนำไปสู่การให้ความรู้และกระตุ้นให้ประชาชนเล็งเห็นถึงความสามารถและตระหนักถึงประโยชน์ของพื้นที่ป่า

ในการกักเก็บคาร์บอน รวมถึงใช้เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่เพื่อเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนเพื่อลดปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นส่วนสำคัญในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพราะว่าในปัจจุบันปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีแนวโน้มทวีความรุนแรงเพิ่มสูงขึ้น อันมีสาเหตุมาจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเข้าสู่ชั้นบรรยากาศจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การใช้พลังงานเชื้อเพลิงทั้งภาคอุตสาหกรรมและการขนส่ง เป็นต้น (ศศิธร เพชรแสน และคณะ, 2566; สุรศักดิ์ วณิชอนุกุล และคณะ, 2565; สุรศักดิ์ เต็มวุฒิ และธันวา ใจเที่ยง, 2564; ภัทรธีรา บุญทูล และคณะ, 2563; สรวิรัตน์ ศรีบุตร และคณะ, 2563; สมชาย นองเนื่อง และคณะ, 2555)

ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด ตำบลหนองกะป๋อ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด ตำบลหนองกะป๋อ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี และเป็นการแสดงถึงความสำคัญทั้งด้านศักยภาพทางเศรษฐกิจของป่าชุมชนในการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเป็นข้อมูลในการสนับสนุนการบูรณาการกลไกคาร์บอนเครดิตเข้าสู่การจัดการป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด ตำบลหนองกะป๋อ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี เพื่อการจัดการป่าชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

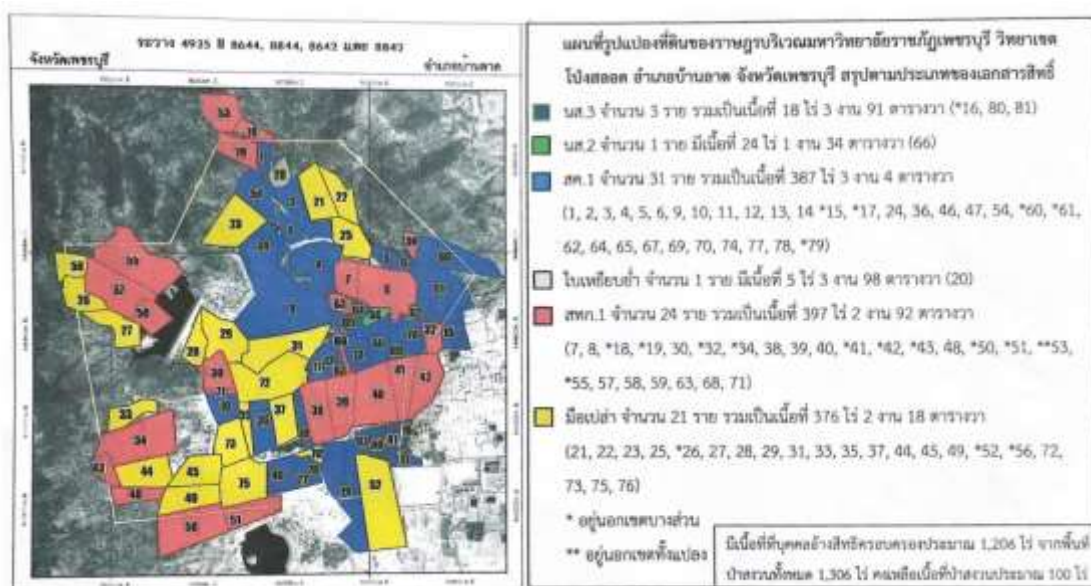
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนของป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด ตำบลหนองกะป๋อ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่วิจัย

จากการศึกษาป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด ตั้งอยู่ในตำบลหนองกะป๋อ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี สภาพพื้นที่โดยทั่วไปดั้งเดิมเป็นป่าเบญจพรรณ ขนาดต้นไม้มีทั้งขนาดใหญ่และเล็ก โดยมีจำนวนพื้นที่ป่าชุมชนจำนวน 100 ไร่ การวางแผนตัวอย่างเพื่อการศึกษาพื้นที่ของแปลงตัวอย่างรวมต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 ของพื้นที่ดำเนินโครงการทั้งหมดโดยการวางแผนตัวอย่างต้องกระจายในแต่ละชั้นภูมิอย่างเหมาะสม โดยในชั้นภูมิเดียวกันควรให้มีลักษณะทางกายภาพความคล้ายคลึงกันมากที่สุด (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.), 2568) โดยลักษณะป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด เป็นไปตามเงื่อนไข ทำการศึกษานี้จะใช้แปลงตัวอย่างชั่วคราว ขนาด 1 ไร่ (40x40 เมตร) จำนวน 1 แปลง เป็นตัวแทนของป่าชุมชนจำนวน 100 ไร่ ซึ่งในแปลงใหญ่ ขนาด 1 ไร่ นั้น วางแปลงย่อย ขนาด 10x10 จำนวน 16 แปลง เมตร 4 x 4 เมตร จำนวน 4 แปลง และ 1 x 1 เมตร จำนวน 4 แปลง ซ้อนทับลงไปบนพื้นที่ ขนาด 1 ไร่ (40x40 เมตร)



รูปที่ 1 แผนที่รูปแปลงที่ดินของราษฎรบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี วิทยาเขตโป่งสลอด และป่าชุมชนโป่งสลอด ตำบลหนองกะปูล อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี
ที่มา : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, (ม.ป.ป)

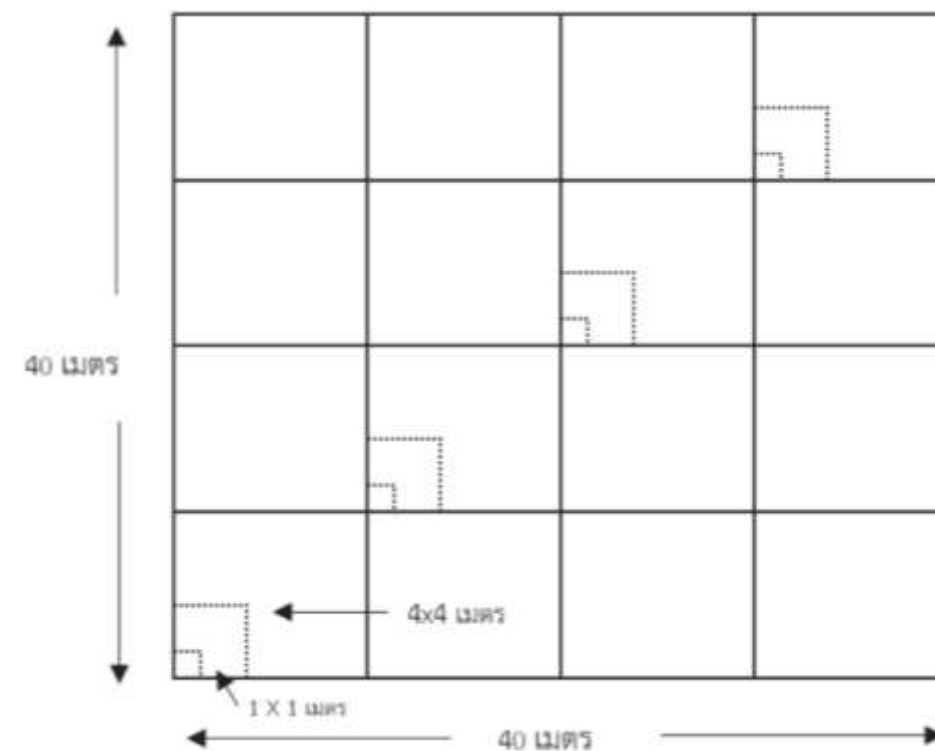
การสำรวจและเก็บข้อมูล

1. การจำแนกชนิดพันธุ์ไม้

การจำแนกชนิดพันธุ์ไม้ ดำเนินการโดยการสำรวจและนำข้อมูลพันธุ์ไม้ที่พบในแปลงตัวอย่าง มาทำบัญชีรายชื่อพันธุ์ไม้ โดยทำการบันทึกชนิดของต้นไม้ทุกชนิด จำนวนชนิดของพืชทั้งหมด เพื่อแสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช

2. การเตรียมวางแปลงตัวอย่าง

วางแปลงสำรวจขนาด 40 x 40 เมตร ซึ่งมีเนื้อที่เท่ากับ 1 ไร่ โดยแบ่งออกเป็นแปลงย่อย 10 x 10 เมตร จำนวน 16 แปลง ใช้สำหรับศึกษาไม้ใหญ่ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.50 เซนติเมตรหรือเส้นรอบวง 14.13 เซนติเมตรขึ้นไป แบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 4 x 4 เมตร จำนวน 4 แปลง ใช้สำหรับศึกษาไม้หนุมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.43-4.50 เซนติเมตรหรือเส้นรอบวง 4.50-14.13 เซนติเมตร และแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 1 x 1 เมตร จำนวน 4 แปลง ใช้สำหรับศึกษาไม้เล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 1.43 เซนติเมตรหรือเส้นรอบวงต่ำกว่า 4.50 เซนติเมตร ดังรูปที่ 2 ซึ่งการวัดขนาดเส้นรอบวงของต้นไม้จะวัดที่ความสูงระดับอก 130 เซนติเมตรจากพื้นดิน โดยใช้สายวัดในการวัดขนาดเส้นรอบวงของต้นไม้ และวัดความสูงของต้นไม้โดยใช้ไม้วัดความสูงไฟเบอร์กลาสแบบยืดเข้า-ออกได้หรือใช้เครื่องวัดความสูงต้นไม้แบบเลเซอร์ขึ้นอยู่กับลักษณะของต้นไม้ และทำการเก็บบันทึกชนิดพันธุ์ไม้ (Species)



รูปที่ 2 วางแปลงสำรวจขนาด 40 x 40 เมตร

3. วัดเส้นรอบวงของต้นไม้ ที่มีขนาดมากกว่า 14.13 เซนติเมตรขึ้นไป (เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 4.50 เซนติเมตรขึ้นไป) ที่ความสูงระดับอก 130 เซนติเมตรจากพื้นดิน จากนั้นติดป้ายระบุรหัสต้นไม้ เพื่อบันทึกจำนวนต้นไม้ภายในแปลงตัวอย่างทั้ง 16 แปลง และวัดความสูงต้นไม้โดย 1) ไม้วัดความสูงไฟเบอร์กลาสแบบยืดเข้า-ออกได้ 2) ไคลโนมิเตอร์ 3) เครื่องวัดระยะแบบเลเซอร์ (ขึ้นอยู่กับลักษณะของต้นไม้) ที่ความสูงระดับอก 130 เซนติเมตร จากพื้นดินบันทึกข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้ นับจำนวนต้นไม้ และระบุพิกัดของต้นไม้โดยใช้เครื่องหาพิกัดดาวเทียม (GPS)

4. นับจำนวนไม้หนุมและไม้เล็กในแปลงตามแนวเส้นทแยงมุมที่กำหนด โดยวัดเส้นรอบวงของต้นไม้หนุมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.43-4.50 เซนติเมตรหรือเส้นรอบวง 4.50-14.13 เซนติเมตร ในแปลงย่อยขนาด 4 x 4 เมตร และต้นไม้เล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 1.43 เซนติเมตรหรือเส้นรอบวงต่ำกว่า 4.50 เซนติเมตร ในแปลงย่อยขนาด 1 x 1 เมตร ที่ความสูงระดับอก 130 เซนติเมตรจากพื้นดินทั้ง 2 ขนาด จากนั้นบันทึกข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้ นับจำนวนต้นไม้ และระบุพิกัดของต้นไม้

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อทำการวางแปลง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลชนิดของพันธุ์ไม้ รวมถึงนับจำนวน ระบุพิกัด วัดความสูง และเส้นรอบวงแล้ว นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความหนาแน่นของต้นไม้ คือ จำนวนของพันธุ์พืชชนิดใดชนิดหนึ่งต่อหน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็นต้นต่อไร่ ใช้สูตรในการคำนวณ (สุรศักดิ์ วนิชอนุกุล และคณะ, 2565) ดังนี้

$$\text{ค่าความหนาแน่นของต้นไม้} = \frac{\text{จำนวนต้นของพืชชนิดนั้นในแปลงตัวอย่าง}}{\text{พื้นที่แปลงตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการศึกษา}} \quad (1)$$

2. ปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และ การปล่อยก๊าซออกซิเจน

2.1 การคำนวณความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกของต้นไม้หาได้ดังนี้

1) การหาความสูงของต้นไม้

$$H = (S \times \tan \theta) + \text{ความสูงระดับอก (130 เซนติเมตร)} \quad (2)$$

โดยที่ H คือ ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

S คือ ระยะห่างระหว่างต้นไม้กับผู้วัด (เมตร)

θ คือ มุมระหว่างความสูงระดับอกถึงปลายยอดไม้ (องศา)

2) การหาเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก

$$D = \frac{GBH}{\pi} \quad (3)$$

โดยที่ D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก (เซนติเมตร)

GBH คือ เส้นรอบวงต้นไม้ระดับอก (เซนติเมตร)

2.2 มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Aboveground biomass) โดยใช้สมการแอลโลเมตรีสำหรับการประเมินมวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าปลูกซึ่งใช้สมการสำหรับกลุ่มพรรณไม้ทั่วไป (Ogawa et al., 1965) ดังนี้

$$w_s = 0.0396(D^2 H)^{0.9326} \quad (4)$$

$$w_b = 0.00349(D^2 H)^{1.027} \quad (5)$$

$$w_L = [28 / (w_s + w_b) + 0.025]^{-1} \quad (6)$$

$$w_T = w_s + w_b + w_L \quad (7)$$

โดยที่ w_s คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นลำต้น (กิโลกรัม)

w_b คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นกิ่ง (กิโลกรัม)

w_L คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นใบ (กิโลกรัม)

w_T คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กิโลกรัม)

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก (1.30 เมตร) (เซนติเมตร)

H คือ ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

2.3 มวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground biomass; B_b) โดยจะใช้สมการจากอัตราส่วนมวลชีวภาพใต้ดินและมวลชีวภาพเหนือดินโดยทาง IPCC (2006) ได้กำหนดให้ค่าสัดส่วน เท่ากับ 0.27 ดังนี้

$$B_b = 0.27W_T \quad (8)$$

โดยที่ B_b = มวลชีวภาพใต้พื้นดิน (กิโลกรัม)

W_T = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กิโลกรัม)

2.2 ปริมาณ การกักเก็บ คาร์บอน ของต้นไม้ (Carbon sequestration) ตามคณะกรรมการระหว่างรัฐที่ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental panel on climate change: IPCC) ได้กำหนดว่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ในกลุ่มพรรณไม้ทั่วไปมีค่าประมาณ ร้อยละ 47 ของมวลชีวภาพของต้นไม้เป็นตามสมการ (IPCC, 2006) ดังนี้

$$C = \text{มวลมวลชีวภาพของต้นไม้} \times 0.47 \quad (9)$$

โดยที่ C คือ การกักเก็บคาร์บอน (กิโลกรัม)

0.47 คือ ร้อยละ 47 โดยน้ำหนักของน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพ

2.4 การคำนวณปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บเป็นการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ absorption) ของต้นไม้ เป็นผลรวมของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของ ลำต้น กิ่ง และใบ คูณด้วยค่าสัดส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂: มวลโมเลกุลเท่ากับ 44) และคาร์บอน (C: มวลโมเลกุลเท่ากับ 12) คือ 44/12 หรือ 3.67 โดยมีสมการ (IPCC, 2006) ดังนี้

$$CO_2 \text{ absorption} = TC \times CO_2CF \quad (10)$$

โดยที่ CO₂ absorption คือ การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน/ไร่)

TC คือ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้ (ตันคาร์บอน/ไร่)

CO₂CF คือ สัดส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์และคาร์บอน (44/12 หรือ 3.67)

2.5 การคำนวณปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน การปล่อยก๊าซออกซิเจน (O₂ emission) ของต้นไม้ เกิดจากการสังเคราะห์แสงของต้นไม้ซึ่งเกิดจากผลรวมของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของลำต้น กิ่ง และใบ คูณด้วยค่าสัดส่วนระหว่าง ออกซิเจน (O₂: มวลโมเลกุลเท่ากับ 32) และคาร์บอน (C: มวลโมเลกุลเท่ากับ 12) คือ 32/12 หรือ 2.67 โดยมีสมการ (IPCC, 2006) ดังนี้

$$O_2 \text{ emission} = TC \times O_2CF \quad (11)$$

โดยที่ O₂ emission คือ ปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน (ตัน/ไร่)

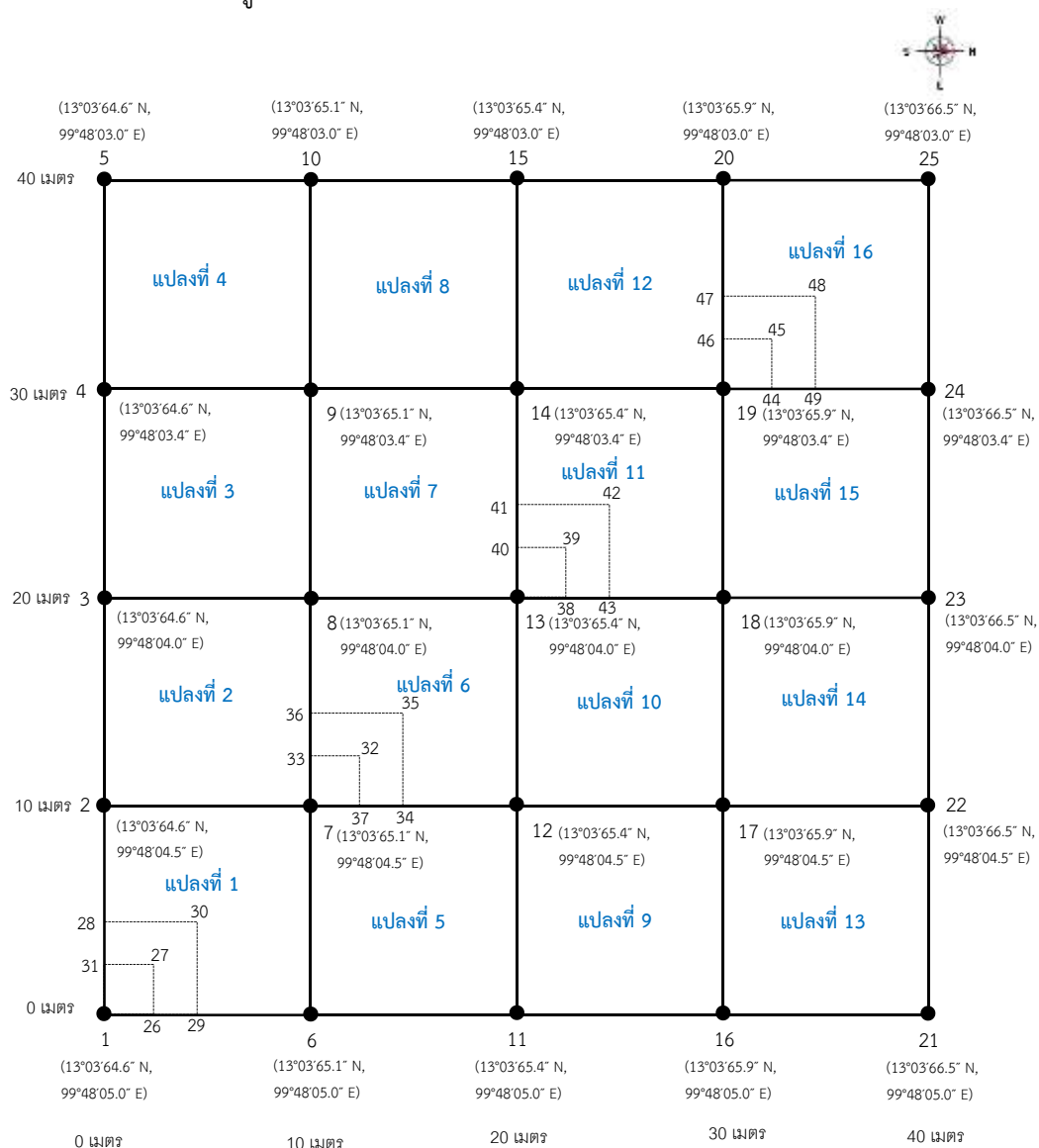
TC คือ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้ (ตันคาร์บอน/ไร่)

O₂CF คือ สัดส่วนระหว่างก๊าซออกซิเจนและคาร์บอน (32/12 หรือ 2.67)

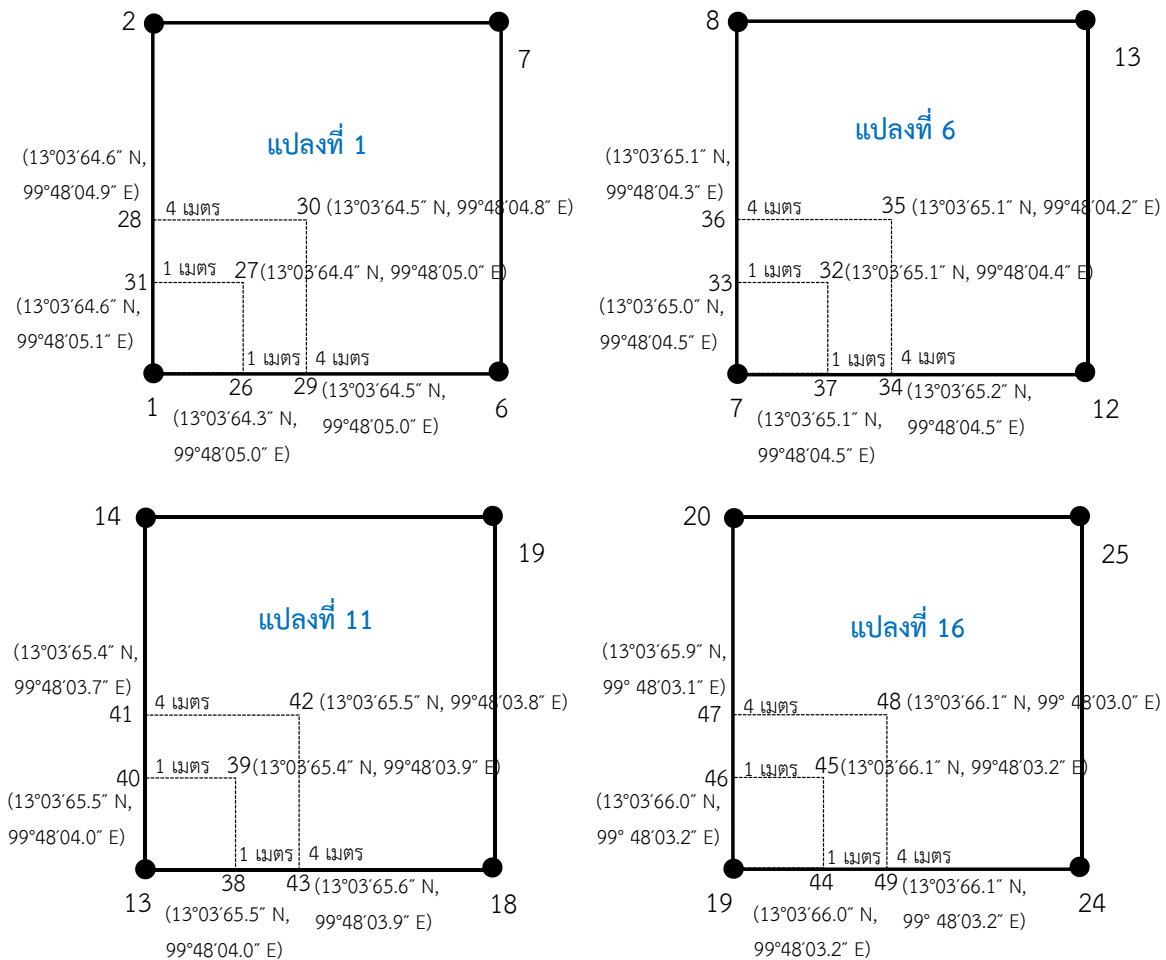
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวางแผนสำรวจ

ในการดำเนินการวิจัยได้กำหนดพื้นที่วางแผนในการสำรวจเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 40 x 40 เมตร ซึ่งมีเนื้อที่แปลงเท่ากับ 1 ไร่ ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด ตำบลหนองกะป๋อ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี โดยแปลงตัวอย่างขนาด 40 x 40 เมตร จะแบ่งออกเป็นแปลงย่อยขนาด 10 x 10 เมตร จำนวน 16 แปลง ดังรูปที่ 3 จากนั้นทำการสำรวจพันธุ์ไม้ในแปลงสำรวจ โดยทำการบันทึกจำนวน และระบุชนิดพันธุ์ไม้ใหญ่ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 4.50 เซนติเมตร (หรือเส้นรอบวง 14.13 เซนติเมตร) ที่ความสูงระดับอก 130 เซนติเมตรจากพื้นดิน และระบุชนิดและจำนวนของไม้หนุมและไม้เล็ก ในแปลงย่อยขนาด 4 x 4 เมตร และ 1 x 1 เมตร ดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 พิกัดตำแหน่งแปลงตัวอย่าง 10 x 10 เมตร



รูปที่ 4 พิกัดตำแหน่งแปลงตัวอย่าง 1 x 1 เมตร และ 4 x 4 เมตร

จากรูปที่ 4 แปลงย่อยขนาด 4 x 4 เมตร ใช้ในการเก็บข้อมูลชนิด และจำนวนของไม้หนุ่มซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 1.43 - 4.50 เซนติเมตร (หรือเส้นรอบวง 4.50-14.13 เซนติเมตร) และแปลงย่อยขนาด 1 x 1 เมตร ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลชนิด และจำนวนของไม้เล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1.43 เซนติเมตร (หรือเส้นรอบวง 4.50 เซนติเมตร) ซึ่งจากการสำรวจในแปลงย่อยขนาด 1 x 1 เมตร ไม่พบไม้เล็กในแปลงย่อยทั้ง 4 ที่ได้สำรวจ ซึ่งข้อมูลชนิดพันธุ์ และจำนวนของไม้หนุ่ม ของแปลงย่อยขนาด 4 x 4 เมตร แสดงไว้ในตารางที่ 1 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลชนิดพันธุ์ และจำนวนของไม้หนุ่ม ในแปลงย่อยขนาด 4 x 4 เมตร ของแปลงที่ 1, 6, 11 และ 16

แปลงที่	ชนิดพันธุ์ไม้	จำนวน
1	ต้นมะนาวผี	1
6	ต้นสามพันตา	2
	ต้นมะนาวผี	1
11	ต้นพลองเหมือด	2
	ต้นมะนาวผี	1
16	ต้นสะแกนา	2
	ต้นสามพันตา	3
	ต้นมะนาวผี	1

การประเมินความหนาแน่นของต้นไม้ในแปลงสำรวจ

จากการสำรวจชนิดพันธุ์ไม้ในแปลงตัวอย่างของพื้นที่ป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด ตำบลหนองกะปูลำ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี ขนาด 1 ไร่ ซึ่งแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 x 10 เมตร จำนวน 16 แปลง พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 27 ชนิด และสามารถคำนวณความหนาแน่นของต้นไม้ได้ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงความหนาแน่นของต้นไม้ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพันธุ์ไม้ที่พบในแปลงสำรวจ

ชนิดพันธุ์ไม้	ความหนาแน่นของต้นไม้ (ต้น/ไร่)	ค่ากักเก็บคาร์บอน (ตัน/ไร่)	ปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน/ไร่)	ปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน (ตัน/ไร่)	ค่ากักเก็บคาร์บอน (ตัน/ต้น)	ปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน/ต้น)	ปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน (ตัน/ต้น)
ต้นแสสาร	10	0.32346	1.18601	0.86255	0.03235	0.11860	0.08626
ต้นสะเดา	2	0.07455	0.27335	0.19880	0.03728	0.13668	0.09940
ต้นสามพันตา	125	5.29379	19.41055	14.11676	0.04235	0.15528	0.11293
ต้นปอเต่าไห	2	0.07977	0.29249	0.21272	0.03989	0.14625	0.10636
ต้นหนามแท่ง	4	0.04183	0.15339	0.11155	0.01046	0.03835	0.02789
ต้นตั่ว	35	0.57818	2.12001	1.54183	0.01652	0.06057	0.04405
ต้นมะนาวผี	53	1.30309	4.77799	3.47490	0.02459	0.09015	0.06556
ต้นกำยาน	8	0.07763	0.28466	0.20702	0.00970	0.03558	0.02588
ต้นแจง	5	0.03863	0.14166	0.10303	0.00773	0.02833	0.02061
ต้นมะค่าโมง	6	2.84113	10.41747	7.57634	0.47352	1.73624	1.26272
ต้นตาลดำ	15	0.43613	1.59915	1.16301	0.02908	0.10661	0.07753

ชนิดพันธุ์ไม้	ความหนาแน่นของต้นไม้ (ต้น/ไร่)	ค่ากักเก็บคาร์บอน (ตัน/ไร่)	ปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน/ไร่)	ปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน (ตัน/ไร่)	ค่ากักเก็บคาร์บอน (ตัน/ต้น)	ปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน/ต้น)	ปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน (ตัน/ต้น)
ต้นมะค่าแต้	18	0.31788	1.16554	0.84767	0.01766	0.06475	0.04709
ต้นข่อยแก้ว	13	0.17796	0.65254	0.47457	0.01369	0.05020	0.03651
ต้นพลองเหมือด	19	0.35196	1.29050	0.93855	0.01852	0.06792	0.04940
ต้นตะคล่อง	9	0.38083	1.39639	1.01556	0.04231	0.15515	0.11284
ต้นตะแบกเลือด	2	0.06914	0.25353	0.18438	0.03457	0.12676	0.09219
ต้นจั่ว	3	0.20669	0.75786	0.55117	0.06890	0.25262	0.18372
ต้นตะขบป่า	4	0.04886	0.17917	0.13030	0.01222	0.04479	0.03258
ต้นรูกฟ้า	8	0.35315	1.29489	0.94174	0.04414	0.16186	0.11772
ต้นจันทน์ชะมด	4	0.20718	0.75964	0.55247	0.05179	0.18991	0.13812
ต้นมะกอก	4	0.04940	0.18113	0.13173	0.01235	0.04528	0.03293
ต้นยูคาลิปตัส	2	0.04015	0.14723	0.10708	0.02008	0.07361	0.05354
ต้นช้อน	8	0.35475	1.30074	0.94599	0.04434	0.16259	0.11825
ต้นสะแกนา	31	2.06279	7.56356	5.50077	0.06654	0.24399	0.17744
ต้นชันทอง	1	0.01769	0.06488	0.04718	0.01769	0.06488	0.04718
พญาบาท							
ต้นเครือไส้ตัน	1	0.00386	0.01414	0.01028	0.00386	0.01414	0.01028
ต้นมก	2	0.01346	0.04934	0.03588	0.00673	0.02467	0.01794
รวม	394	15.73877	57.70884	41.97006	-	-	-

จากตารางที่ 2 พบว่าชนิดของพันธุ์ไม้ที่พบมากที่สุดในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านโป่งสลอดคือ ต้นสามพันตา มีความหนาแน่นของต้นไม้เท่ากับ 125 ต้น/ไร่ มีค่ากักเก็บคาร์บอน 0.04235 ตัน/ต้น ค่าปริมาณดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ 0.15528 ตัน/ต้น และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน 0.11293 ตัน/ต้น และชนิดของพันธุ์ไม้ที่พบน้อยที่สุด คือ ต้นชันทองพญาบาท มีความหนาแน่นของต้นไม้เท่ากับ 1 ต้น/ไร่ มีค่ากักเก็บคาร์บอน 0.01769 ตัน/ต้น ค่าปริมาณดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ 0.06488 ตัน/ต้น และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน 0.04718 ตัน/ต้น และต้นเครือไส้ตัน มีความหนาแน่นของต้นไม้เท่ากับ 1 ต้น/ไร่ มีค่ากักเก็บคาร์บอน 0.00386 ตัน/ต้น ค่าปริมาณดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ 0.01414 ตัน/ต้น และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน 0.01028 ตัน/ต้น และชนิดของพันธุ์ไม้ที่มีค่ากักเก็บคาร์บอน ปริมาณดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน มากที่สุด คือ ต้นมะค่าโมง ซึ่งมีค่ากักเก็บคาร์บอน 0.47352 ตัน/ต้น ค่าปริมาณดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ 1.73624 ตัน/ต้น ปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน 1.26272 ตัน/ต้น

การคำนวณปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บในรูปของปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และ ปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน

จากการสำรวจชนิดพันธุ์ไม้ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด ตำบลหนองกะป๋อ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งแปลงตัวอย่างขนาด 1 ไร่ ได้แบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 x 10 เมตร จำนวน 16 แปลง และจากการเก็บข้อมูลต้นไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4.50 เซนติเมตร (หรือเส้นรอบวง 14.13 เซนติเมตร) ที่ความสูงระดับอก 130 เซนติเมตรจากพื้นดิน โดยใช้สายวัดในการวัดขนาดเส้นรอบวงของต้นไม้ และวัดความสูงต้นไม้ และทำการเก็บบันทึกชนิดพันธุ์ไม้ (Species) ทั้ง 16 แปลงย่อย จากนั้นคำนวณหาค่าการกักเก็บคาร์บอน และปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน ที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลในการคำนวณหาปริมาณรวมการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน ของแปลงสำรวจขนาด 10 x 10 เมตร ของทั้ง 16 แปลง

แปลงที่	ค่ากักเก็บคาร์บอน (ตัน/ไร่)	ปริมาณการดูดซับ คาร์บอนไดออกไซด์ (ตัน/ไร่)	ปริมาณการปลดปล่อย ออกซิเจน (ตัน/ไร่)
แปลงที่ 1	1.17148	4.29542	3.12394
แปลงที่ 2	0.72584	2.66142	1.93558
แปลงที่ 3	0.49864	1.82835	1.32971
แปลงที่ 4	3.32344	12.18595	8.86251
แปลงที่ 5	0.21372	0.78363	0.56991
แปลงที่ 6	0.72613	2.66248	1.93635
แปลงที่ 7	0.65595	2.40514	1.74919
แปลงที่ 8	1.50857	5.53143	4.02286
แปลงที่ 9	0.37251	1.36585	0.99335
แปลงที่ 10	0.14438	0.52940	0.38502
แปลงที่ 11	2.23127	8.18133	5.95006
แปลงที่ 12	0.57246	2.09901	1.52655
แปลงที่ 13	0.58555	2.14700	1.56146
แปลงที่ 14	0.57179	2.09656	1.52477
แปลงที่ 15	1.81522	6.65580	4.84058
แปลงที่ 16	0.62183	2.28004	1.65821
รวม	15.73877	57.70884	41.97006

จากตารางที่ 3 พบว่ามีค่ากักเก็บคาร์บอนรวมของพื้นที่สำรวจทั้ง 16 แปลงมีค่าเท่ากับ 15.73877 ตัน/ไร่ ปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์รวมมีค่าเท่ากับ 57.70884 ตัน/ไร่ และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน รวมมีค่าเท่ากับ 41.97006 ตัน/ไร่

สรุปผลการวิจัย

จากพื้นที่ว่างแปลงเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 40 x 40 เมตร ซึ่งมีเนื้อที่แปลงเท่ากับ 1 ไร่ ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด ตำบลหนองกะป๋อ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี โดยแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 x 10 เมตร จำนวน 16 แปลง พบชนิดพันธุ์ไม้ทั้งหมด 27 ชนิด ชนิดพันธุ์ไม้ที่พบมากที่สุด คือ ต้นสามพันตา มีความหนาแน่นต้นไม้ 125 ต้น/ไร่ โดยชนิดของพันธุ์ไม้ที่มีการกักเก็บคาร์บอน ปริมาณดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน มากที่สุดคือ ต้นมะค่าโมง ซึ่งมีค่ากักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 0.47352 ตัน/ตัน ค่าปริมาณดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 1.73624 ตัน/ตัน และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน เท่ากับ 1.26272 ตัน/ตัน ค่ากักเก็บคาร์บอนรวมทั้ง 16 แปลงมีค่าเท่ากับ 15.73877 ตัน/ไร่ ปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้ง 16 แปลงมีค่าเท่ากับ 57.70884 ตัน/ไร่ และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจนรวมทั้ง 16 แปลงมีค่าเท่ากับ 41.97006 ตัน/ไร่ ซึ่งหากคิดเป็นราคาการซื้อขาย Carbon credit (tCO₂e) ประเภทโครงการป่าไม้ โดยอ้างอิงจากราคาการซื้อขาย Carbon TVER ของโครงการปีงบประมาณ 2567 ซึ่งมีราคา 509.34 บาท/ตันไร่ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2567) จะคิดเป็นมูลค่า 29,393.42 บาท/ไร่ และแปลงย่อยขนาด 4 x 4 เมตร ทั้ง 4 แปลงย่อยพบว่ามีจำนวนชนิดพันธุ์ไม้หนุมทั้งหมดจำนวน 4 ชนิด และมีจำนวนของไม้หนุมเท่ากับ 13 ต้น ในขณะแปลงย่อยขนาด 1 x 1 เมตร ไม่พบไม้เล็กในแปลงย่อยทั้ง 4 ที่ได้สำรวจ ผลจากการวิจัยนี้แสดงถึงความสำคัญทั้งด้านศักยภาพทางเศรษฐกิจของป่าชุมชนในการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และทำให้ชุมชนทราบถึงคุณค่าของป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด ในอีกด้านหนึ่ง นั่นคือมูลค่าจากคาร์บอนเครดิตหากมีการซื้อขายได้จริงในตลาดคาร์บอน จะทำให้ชุมชนมีรายได้เพื่อใช้ในการบริหารจัดการ อนุรักษ์ และใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนบ้านโป่งสลอดอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการสนับสนุนงบประมาณในโครงการการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของชุมชนผ่านกระบวนการเรียนรู้และการวิเคราะห์เรื่องการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของป่าโป่งสลอด ประจำปีงบประมาณ 2566 ตลอดจนการประสานงานในการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎา ภาณุมนต์วาทิ และเสวียน เปรมประสิทธิ์. (2566). การกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ปลูกกาแฟจากพื้นที่เสื่อมโทรมจากการปลูกข้าวโพดในจังหวัดน่าน. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 15(1), 71-82.
- จุฑาทพร ทองนุ่น, พิชิต ลำไย, สันติ สุขสอาด และศุภศิษย์ ศรีอักษรินทร์. (2565). พลวัตป่าไม้และการกักเก็บคาร์บอนในช่วงเวลา 10 ปี ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติลำน้ำน่านจังหวัดอุดรธานีและจังหวัดแพร่. *วารสารวนศาสตร์ไทย*, 41(2), 48-62.

- ภัทร์ธีรา บุญทูล, วาทีนี สอนผกา และสมพร แม่ลิ้ม. (2563). การประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของพืชที่มีเนื้อไม้ในป่าเบญจพรรณ ในอุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี. *วารสารวิทยาศาสตร์ไทย*, 39(2), 27-40.
- ยุพเยาว์ โตศิริ, ขวนพิศ จารัตน์, ดวงตา โนวาเชค และน้องนุช สารภี. (2563). การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้น ในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน จังหวัดสุรินทร์. *PSRU Journal of Science and Technology*, 5(3), 23-36.
- ศศิธร เพชรแสน, สันติภาพ ศิริวัฒน์ไพบุลย์, ดารินทร์ ล้วนวิเศษ, วณิชยา จรุงพงษ์ และศรียา อินทสิน (2566). ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและคาร์บอนเครดิตจากป่าชุมชนห้วยหินขาว ตำบลด่านศรีสุข อำเภอโพธิ์ตาก จังหวัดหนองคาย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 11(1), 109-125.
- สมชาย นองเนื่อง, สุนทร คำยอง, เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และนิติ อนงค์รักษ์. (2555). การกักเก็บคาร์บอนใน มวลชีวภาพของต้นไม้ในสวนป่าสนสามใบ หน่วยจัดการต้นน้ำบ่อแก้ว จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวิทยาศาสตร์ไทย*, 31(2), 1-15.
- สรศักดิ์ เต็มวุฒิ และธันวา ใจเที่ยง. (2564). มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่โครงการอนุรักษ์ พันธุกรรมพืชและคืนสัตว์สู่ป่าในมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ (พื้นที่นาามน). *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 12(1), 150-159.
- สรรัตน์ ศรีบุตร, พสุธา สุนทรห้าว และสาพิศ ดิลกสัมพันธ์. (2563). การประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนและการใช้ประโยชน์ของป่า ณ ศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. *วารสารวิทยาศาสตร์ไทย*, 39(2), 41-51.
- สรศักดิ์ วณิชอนุกุล, พิรภานุวัฒน์ ชื่นวงศ์, กิตติชัย จันธิมา, กฤตวิทย์ สุขอึ้ง และสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2565). การกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชในป่าปลูกในป่าสงวนแห่งชาติป่าดอยบ่อ จังหวัดเชียงราย. *วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา*, 11(2), 156-167.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2567). *ราคา Carbon Credit*. สืบค้น 24 ธันวาคม 2567, จาก <https://www.tgo.or.th/2023/index.php/th>
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2568). *การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้*. สืบค้น 10 กันยายน 2568, จาก <https://ghgreduction.tgo.or.th/th/tver-method/tver-tool/for-agr/download/12026/3451/31.html>
- เอี่ยมพร จันทร์สองดวง, ปัทมวารรณ ฝัชอบ และชุติมา สักขินาดี. (2564). ความหลากหลายชนิดของไม้ต้นปริมาณคาร์บอนสะสม และการใช้ประโยชน์ในป่าโคกทุ่งบะ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 15(1), 15-25.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Kanagawa: Institute for Global Environmental Strategies.
- Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K., & Kira, T. (1965). Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II. *Plant biomass Natural and life in Southeast Asia*, 4, 49-80.