Journal of Agricultural Research and Extension 43(1):99-115

# ความอุดมสมบูรณ์ของดินและการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน สวนยางพารา สวนหลังบ้าน และหย่อมป่า ตำบลคลองขนาน อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่

# Soil Fertilities and Assessment of Carbon Storage in Oil Palm Plantations, Rubber Plantations, Home Gardens and Remnant Forest at Khlong Khanan Sub-district Nuea Khlong District, Krabi Province

**ณัฐวดี ข้อค้า[1,*] ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ[1] จักรพงษ์ ไชยวงศ์[2] ภัทราพร ผูกคล้าย[3] ธัญญรัตน์ เชื้อสะอาด[4] สินีนาฏ สองศรี[4] และศิริรัตน์ สุขช่วย[1]**

**Nattawadee Khorkha[1,*], Thanakorn Lattirasuvan[1], Chackapong Chaiwong[2], Pattraporn Pukklay[3] Thanyarat Chuesaard[4], Sineenard Songsri[4] and Sirirat Sukchuai[1]**

[1]สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ โครงการจัดตั้งวิทยาลัยการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

[2]สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[3]สาขาวิชาการป่าไม้ โครงการจัดตั้งวิทยาลัยการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

[4]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

[1]Science Program in Forest Management, The Established Project of College of Forestry, Maejo University Phrae Campus, Phrae, Thailand 54140

[2]Division of Soil Science, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

[3]Science Program in Forestry, The Established Project of College of Forestry, Maejo University Phrae Campus, Phrae, Thailand 54140

[4]Basic Science, Maejo University Phrae Campus, Phrae, Thailand 54140

*Corresponding author: nattawadee2542praw@gmail.com

*ORCID iD: https://orcid.org/0009-0005-5579-9467

**Received:** *March 07, 2025*
**Revised:** *August 20, 2025*
**Accepted:** *October 16, 2025*

## Abstract

The study of soil fertility and the assessment of carbon storage in oil palm plantations, rubber plantations, home gardens, and remnant forests within the Khlong Khanan sub-district, Nuea Khlong district, Krabi province aimed to examine the chemical and physical properties of the soil, evaluate carbon storage, and analyze the relationship between soil factors under different land use types. Sampling plots measuring 10x10 m were established, and soil samples were collected at depths of 0–5 cm and 20–25 cm for each depth, five subsamples were composited into one sample, resulting in two samples per plot, with three plots per land use type, giving a total of 24 samples for the analysis of soil chemical properties. Soil samples for physical properties were collected using a soil core. Additional plots measuring 40x40 m were established, and tree species composition was recorded to evaluate carbon storage. The study areas consisted of three plots [3 rai (0.48 ha)] each for oil palm plantations, rubber plantations, and home gardens, along with 1 rai (0.16 ha) of remnant forest. The

results revealed that soil fertility at a depth of 0–5 cm was higher than that at 20–25 cm, with a tendency to decrease as soil depth increased. The physical properties of the soil in monoculture areas were harder and shallower compared to those in agroforestry areas. The surface soil at 0–5 cm was predominantly sandy loam, while the subsurface soil at 20–25 cm was sandy clay loam. Soil moisture and bulk density values were similar across the land use types, indicating no statistically significant differences. The amount of carbon storage varied among the different land use types. Therefore, most land use guidelines emphasized maximizing land use efficiency in conjunction with conservation and restoration. The findings could be utilized as guidelines for managing agricultural and forest areas toward appropriate and sustainable practices.

**Keywords:** soil fertility, carbon storage, agroforestry, remnant forest

## บทคัดย่อ

การศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน สวนยางพารา สวนหลังบ้าน และหย่อมป่า ตำบลคลองขนาน อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน การประเมินการกักเก็บคาร์บอน รวมถึงวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดินของการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยวางแปลง 10x10 เมตร เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0–5 ซม. 5 หลุมผสมคลุกเคล้ากัน และทำเช่นเดียวกันกับดินที่ระดับความลึก 20–25 ซม. แปลงละ 2 ตัวอย่าง ทั้งหมด 3 แปลงต่อพื้นที่ รวมทั้งสิ้น 24 ตัวอย่าง เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีของดิน และเก็บตัวอย่างดินด้วยอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน (soil core) เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของดิน วางแปลง 40x40 เมตร บันทึกข้อมูลองค์ประกอบของชนิดไม้ต้น เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอน พื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน สวนยางพารา สวนหลังบ้าน พื้นที่ละ 3 แปลง [3 ไร่ (0.48 ha)] และพื้นที่หย่อมป่า 1 ไร่ (0.16 ha) ผลการศึกษาพบว่า ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ระดับความลึก 0–5 ซม. สูงกว่าดินที่ระดับความลึก 20–25 ซม. และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของดิน สมบัติทางกายภาพของดิน พื้นที่การปลูกพืชเชิงเดี่ยวมีความแข็งและตื้นกว่าพื้นที่ในรูปแบบวนเกษตร เนื้อดินที่ระดับความลึก 0–5 ซม. ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย และดินที่ระดับความลึก 20–25 ซม. เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ความชื้นและความหนาแน่นของดิน มีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละพื้นที่ จึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมีความแตกต่างกันในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนั้น แนวทางการจัดการส่วนใหญ่เน้นการใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควบคู่ไปกับการอนุรักษ์และฟื้นฟู และสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นแนวทางการจัดการพื้นที่เกษตรและป่าไม้ให้เกิดความยั่งยืนอย่างเหมาะสม

**คำสำคัญ:** ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การกักเก็บคาร์บอน วนเกษตร หย่อมป่า

## บทนำ

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติเกิดจากการผุพังหรือสลายตัวของหินและแร่ หรือเรียกว่า “สารอนินทรียวัตถุ” ผสมคลุกเคล้ากับซากพืชและซากสัตว์ที่ทับถมกันอย่างยาวนาน หรือเรียกว่า “สารอินทรียวัตถุ” กลายเป็นดินปกคลุมผิวโลกอยู่เป็นชั้นบาง ๆ (Land Development Department, 2007) ในทางเกษตรกรรมดินถือเป็นทรัพยากรพื้นฐานที่มี

ความสำคัญยิ่ง เนื่องจากดินที่มีความอุดมสมบูรณ์จะประกอบด้วยแร่ธาตุอาหารที่เพียงพอและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช สมบัติดินทางกายภาพมีบทบาทเป็นที่ยึดเกาะของรากพืช ช่วยพยุงลำต้นให้มั่นคง (Faculty of Agriculture Soil Science, Kasetsart University, 2005) ขณะที่สมบัติดินทางเคมีเกี่ยวข้องกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งเป็นแหล่งสะสมธาตุอาหารสำคัญ โดยผ่านกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ปลดปล่อยธาตุอาหารสู่ดิน นอกจากนี้ อินทรียวัตถุยังช่วยเพิ่มความสามารถของดินในการดูดซับและกักเก็บธาตุอาหาร เพื่อให้สามารถปลดปล่อยออกมาอย่างค่อยเป็นค่อยไป ส่งผลให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างต่อเนื่องและเพียงพอตลอดช่วงการเจริญเติบโต (Pattanathaworn, 2021)

สถานการณ์ปัจจุบันผืนป่าของไทยลดลงมากที่สุดในรอบ 10 ปี พ.ศ. 2567 คิดเป็น 31.47% ของพื้นที่ประเทศ สาเหตุหลัก ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ที่ป่าไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ชุมชน หรือสิ่งปลูกสร้าง (Forest Land Management, 2023) ก่อให้เกิดแหล่งผลิตปัจจัยสี่ที่ใช้ในการดำรงชีวิต โดยจะเป็นแรงผลักดันต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อตอบสนองความต้องการและแนวโน้มในการเปลี่ยนไปดำเนินอาชีพเกษตรกรเพิ่มมากขึ้น (Khunrattanasiri, 2020) สาเหตุดังกล่าวก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือสภาวะโลกร้อน เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้ลดลง ซึ่งป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์มีอิทธิพลต่อการสร้างความสมดุลระบบภูมิอากาศ และเป็นหนึ่งของแหล่งเก็บคาร์บอนโดยธรรมชาติที่สำคัญ (carbon sink) ในรูปแบบของมวลชีวภาพ ส่วนของราก ลำต้น กิ่ง ก้าน และใบ ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง (Kongmeesup, 2020)

จังหวัดกระบี่มีเนื้อที่ทั้งหมด 2,942,820 ไร่ ส่วนใหญ่เป็นเนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร 62.57% รองลงมาเป็นเนื้อที่ป่าไม้ 19.43% และเนื้อที่ใช้ประโยชน์นอกการเกษตร 18% โดยสืบเนื่องมาจากปีพ.ศ. 2512 มีการบุกเบิกปลูกปาล์มน้ำมัน ด้วยสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เหมาะสมทำให้เกิดการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งปัจจุบันพืชเศรษฐกิจที่สำคัญได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ยางพารา และมะพร้าว ขณะที่ทรัพยากรป่าไม้ได้ถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่การเกษตรหลากหลายรูปแบบ รวมถึงพื้นที่ตำบลคลองขนาน อำเภอเหนือคลอง ดังนั้นเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้ มุ่งเน้นการศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินในปัจจุบัน รวมถึงการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบต่าง ๆ ทางการเกษตร เช่น สวนปาล์มน้ำมัน สวนยางพารา และรูปแบบวนเกษตร คือ สวนหลังบ้าน รวมถึงพื้นที่หย่อมป่าเดิมที่คงอยู่ในพื้นที่ เพื่อใช้เป็นแนวทางการจัดการพื้นที่เกษตรและป่าไม้ให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### พื้นที่ศึกษา

การศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดินในรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ สวนปาล์มน้ำมัน 3 ไร่ สวนยางพารา 3 ไร่ สวนหลังบ้าน 3 ไร่ และหย่อมป่า 1 ไร่ (Figure 1) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 13–43 เมตร ซึ่งพื้นที่เกษตรส่วนใหญ่ปลูกพืชเศรษฐกิจรูปแบบเชิงเดี่ยว ได้แก่ ปาล์มน้ำมันและยางพาราเป็นหลัก ในอายุการใช้ประโยชน์ 20 ปี การจัดการพื้นที่โดยกำจัดวัชพืชอยู่เป็นประจำ ขณะเดียวกันแต่ละครัวเรือนนิยมปลูกพืชหลากหลายชนิดในรูปแบบวนเกษตรบริเวณรอบ ๆ บ้าน หรือเรียกว่า “สวนหลังบ้าน” อายุประมาณ 60–80 ปี ซึ่งเป็นแหล่งปัจจัยสี่ที่ใช้ดำรงชีวิต รวมถึงเป็นพื้นที่ถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น และพื้นที่หย่อมป่า อายุประมาณ 90 ปี เป็นพื้นที่ป่าหย่อมเดียวที่มีสภาพเป็นสังคมป่าดิบชื้น พันธุ์ไม้เด่นที่พบ ได้แก่ เคี่ยม (*Cotylelobium lanceolatum*) จิกนม (*Barringtonia macrocarpa*) ส้านช้าง (*Dillenia pentagyna*) มะหาด (*Artocarpus lakoocha*) และตาเสือ (*Aphanamixis polystachya*) เป็นต้น

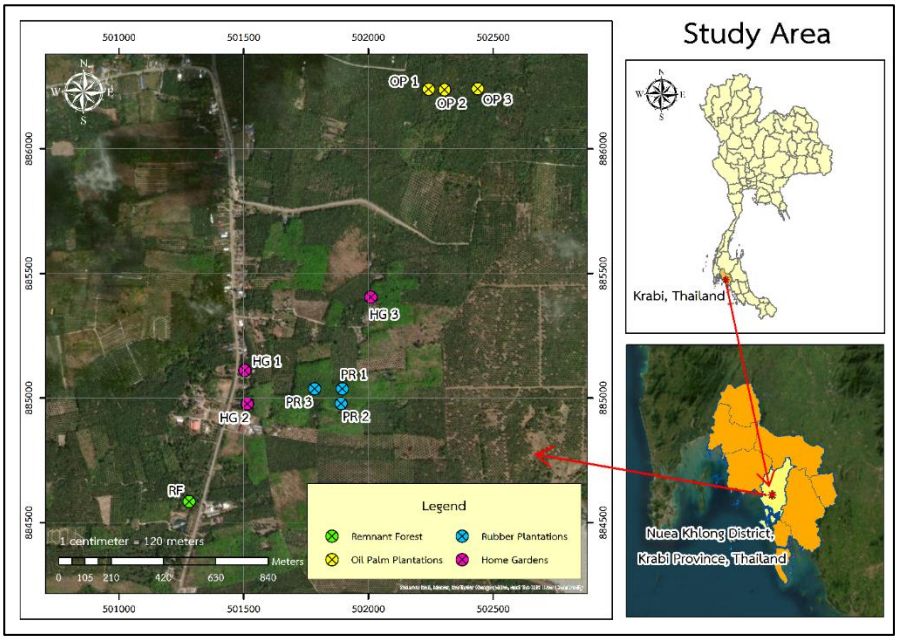



**Figure 1** Study area in Oil palm plantations (OP), Rubber plantations (RP), Home gardens (HG) and Remnant forest (RF)

**การกำหนดพื้นที่ การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน**

1) กำหนดแปลงตัวอย่างขนาด 10x10 เมตร บริเวณจุดกึ่งกลางแปลง โดยให้แต่ละด้านห่างกัน 5 เมตร และทำการขุดหลุมลึกขนาด 30 ซม. บริเวณมุมแปลงและจุดกึ่งกลางแปลง พื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน สวนยางพารา สวน หลังบ้าน พื้นที่ละ 3 แปลง แปลงละ 1 จุด (9 จุด) และพื้นที่หย่อมป่ามีเพียง 1 แปลง (3 จุด) เนื่องจากมีข้อจำกัดของพื้นที่ ซึ่งเหลือเพียงหย่อมเดียวที่มีสภาพเป็นสังคมป่าดิบชื้น และพื้นที่โดยรอบเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่การเกษตร ดังนั้นแปลงตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 10 แปลง (12 จุด) ภายในแปลงเก็บข้อมูลดินทางเคมีและกายภาพ (Lattirasuvan, 2012) (Figure 2)

2) เก็บข้อมูลทางเคมีของดินชั้นบน (ที่ระดับความลึก 0–5 ซม.) 5 หลุม ผสมคลุกเคล้ากัน และทำเช่นเดียวกันกับดินชั้นล่าง (ที่ระดับความลึก 20–25 ซม.) แปลงละ 2 ตัวอย่าง ทั้งหมด 3 แปลงต่อพื้นที่ รวมทั้งสิ้น 24 ตัวอย่าง น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัมต่อตัวอย่าง (Figure 2A) เพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง คาร์บอนในดิน อินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ อนุภาคดินทราย อนุภาคดินทรายแป้ง และอนุภาคดินเหนียว ณ ห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ (Somprakon *et al.*, 2024) และเปรียบเทียบระดับปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินของแต่ละพื้นที่ศึกษา (Land Development Department, 2004)

3) การเก็บข้อมูลทางกายภาพของดิน โดยวัดค่าความแข็งของดินในแนวนอนที่ระดับดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ด้วยเครื่องมือ Yamanaka–type Push Cone Penetrometer (Lattirasuvan *et al.*, 2010) และเก็บตัวอย่างดินด้วยอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน (soil core) จำนวน 3 หลุมต่อแปลง หลุมละ 3 ซ้ำ ที่ระดับดินชั้นบนและดินชั้นล่าง เพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าความชื้นและความหนาแน่นของดิน (Figure 2B)

4) การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธีการเปรียบเทียบหลายตัวแปร เพื่อจัดกลุ่มความคล้ายคลึงกัน (Duncan's multiple comparison test)

ด้วยโปรแกรม SPSS Statistics Version 20 และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดินทางเคมีและทางกายภาพ ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชของแต่ละพื้นที่โดยวิธีการวิเคราะห์แบบ PCA (Principal Component Analysis) ด้วยโปรแกรม PCORD Version 6.08 (Chanprom *et al.*, 2025)

**ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้**

1) กำหนดแปลงตัวอย่างขนาด 40x40 เมตร ภายในแปลงแบ่งแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร รวมทั้งหมด 16 แปลงย่อย เพื่อเก็บข้อมูลไม้ใหญ่ พร้อมทั้งแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 4x4 เมตร บริเวณมุมใดมุมหนึ่งของแปลงย่อย เพื่อเก็บข้อมูลลูกไม้ โดยวัดความโตที่ระดับอก 1.30 เมตร ระบุชนิดพรรณไม้และความสูงทั้งหมด (Thailand Greenhouse Gas Management Organization, 2016) (Figure 2C) เนื่องจากพื้นที่สวนปาล์มน้ำมันและสวนยางพาราเป็นการทำเกษตรเชิงเดี่ยว และจัดการพื้นที่โดยกำจัดวัชพืชเป็นประจำ ดังนั้นจึงไม่พบลูกไม้ในพื้นที่

2) การประเมินการกักเก็บคาร์บอน โดยใช้สมการแอลโลเมตรีที่แตกต่างกัน (Table 1) ซึ่งแบ่งตามกลุ่มของชนิดไม้สำคัญที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย เพื่อใช้การประเมินมวลชีวภาพของต้นไม้ ภายใต้โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (T-VER) สาขาป่าไม้และการเกษตร (Limsakul *et al.*, 2018)

3) วิเคราะห์ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนโดยใช้ค่ากลาง (default value) The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2006) ได้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 47% ของน้ำหนักแห้ง และคำนวณปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากค่าสัดส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคาร์บอน คือ 44/12

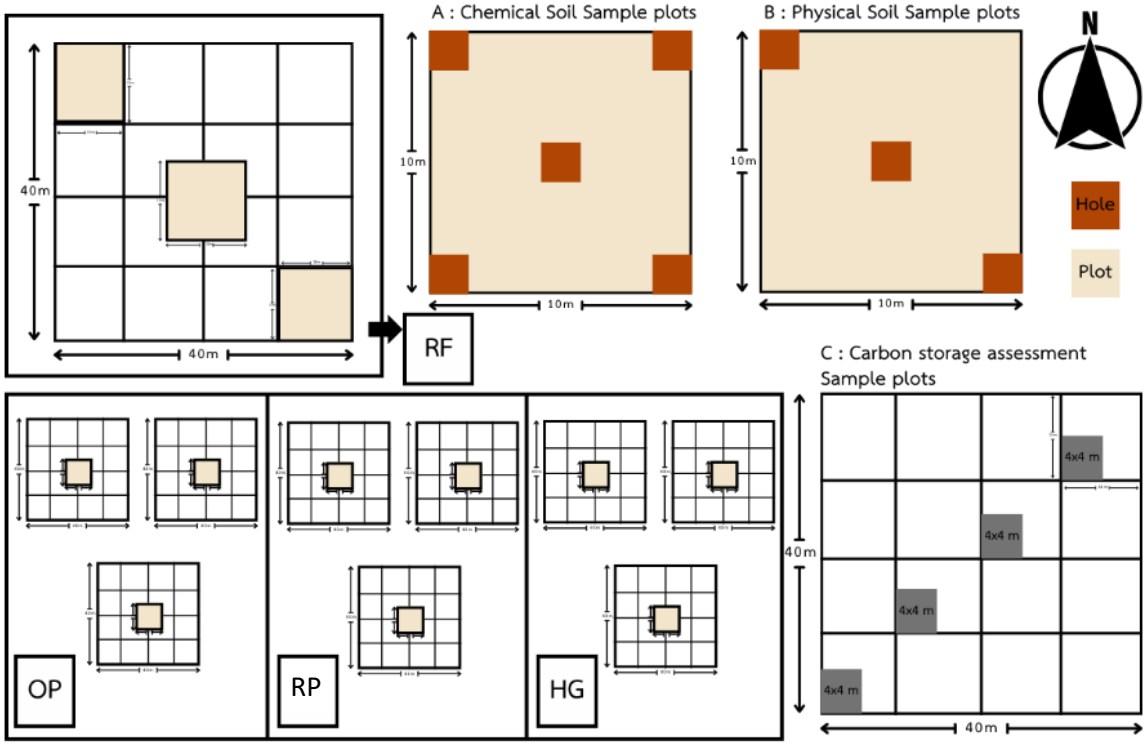



**Figure 2** (A) Sample plots for collecting chemical and (B) physical soil sample plot 40x40 meter for the study of (C) carbon storage assessment. available: TGO. (2016) in OP, RP, HG and RF area

**Table 1** Allometric equations for tree biomass assessment under the Thailand Voluntary Emission Reduction Program (T-VER) in the forestry and agriculture sector

| Study area | Type | Equation | Referances |
|---|---|---|---|
| Oil palm plantations | Palm group (*Elaeis guineensis*) | $W_T = 6.666 + 12.826 (H)^{0.5}(\ln H)$ | Peason *et al*. (2005) |
| Rubber plantations | Para rubber (*Hevea brasiliensis*) | $W_S = 0.0804 (D^2H)^{0.8341}$<br>$W_B = W_T - W_S - W_L$<br>$W_L = 0.000008 (D^2H)^{1.4986}$<br>$W_R = 0.0005 (D^2H)^{1.269}$<br>$W_T = 0.0046 (D^2H)^{1.2046}$ | Triphattanasuwan *et al*. (2008) |
| Home gardens and Ramnant forest | Moist evergreen forest | $W_S = 0.0396 (D^2H)^{0.9326}$<br>$W_B = 0.006003 (D^2H)^{1.027}$<br>$W_L = (28/ (W_S + W_B + 0.025))^{-1}$<br>$W_T = W_S + W_B + W_L$ | Ogawa *et al*. (1965) |

$W_S$ = aboveground biomass in stem part, $W_L$ = aboveground biomass in leaf part, $W_B$ = aboveground biomass in branch part, $W_R$ = belowground biomass in root part, $W_T$ = aboveground biomass in stem + branch + leaf parts (kilogram), D = diameter at breast height, DBH (centimeter), H = hight (meter)

## ผลการวิจัย

### สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินชั้นบน (ที่ระดับความลึก 0–5 ซม.) ในพื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน (OP) สวนยางพารา (RP) สวนหลังบ้าน (HG) และ พื้นที่หย่อมป่า (RF)

**ดินชั้นบน (ที่ระดับความลึก 0–5 ซม.)**

สมบัติทางเคมีของดินพื้นที่ OP, RP, HG และ RF พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) เท่ากับ 5.60, 4.83, 5.54 และ 4.88 ตามลำดับ ปริมาณคาร์บอนในดิน (OC) เท่ากับ 1.44, 1.26, 1.28 และ 0.95% ตามลำดับ ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เท่ากับ 2.49, 2.17, 2.21 และ 1.64% ตามลำดับ ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) เท่ากับ 9.15, 6.45, 46.71 และ 3.30 mg $kg^{-1}$ ตามลำดับ และโพแทสเซียม (K) เท่ากับ 134.90, 54.13, 76.05 และ 26.17 mg $kg^{-1}$ ตามลำดับ ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) เท่ากับ 1,257.67, 418.33, 837.17 และ 352.83 mg $kg^{-1}$ ตามลำดับ และแมกนีเซียม (Mg) เท่ากับ 58.67, 66.00, 119.33 และ 50.33 mg $kg^{-1}$ ตามลำดับ ธาตุอื่น ๆ คือ โซเดียม (Na) เท่ากับ 29.40, 11.70, 7.80 และ 10.70 mg $kg^{-1}$ ตามลำดับ เนื้อดิน (soil texture) พื้นที่ศึกษาทั้งหมด พบปริมาณอนุภาคดินทราย (sand) สูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 58.29, 69.63, 70.96 และ 70.96 ตามลำดับ รองลงมาคือ อนุภาคดินทรายแป้ง (silt) เท่ากับ 21.95, 13.28, 17.95 และ 17.28% ตามลำดับ และอนุภาคดินเหนียว (clay) เท่ากับ 19.76, 17.09, 11.09 และ 11.76% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการจำแนกเนื้อดินตามสามเหลี่ยมดิน พบว่าทุกพื้นที่ศึกษามีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยจัดเป็นเนื้อดินร่วนปนทราย (sandy loam) (Table 2)

สมบัติทางกายภาพของดิน พบว่าความแข็งของดินพื้นที่ OP ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 12.78 mm รองลงมาคือ RP, HG และ RF เท่ากับ 11.46, 8.90 และ 8.50 mm

ตามลำดับ ขณะที่ความชื้นของดิน พบว่าพื้นที่ OP ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 28.28% รองลงมาคือ พื้นที่ RF RP และ HG เท่ากับ 26.44, 23.35 และ 22.27% ตามลำดับ และความหนาแน่นของดิน พบว่าพื้นที่ RP ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1.39 g $cm^{-3}$ รองลงมา คือ พื้นที่ HG, OP และ RF เท่ากับ 1.33, 1.29 และ 1.26 g $cm^{-3}$ ตามลำดับ (Table 2)

**ดินชั้นล่าง (ที่ระดับความลึก 20–25 ซม.)**

สมบัติทางเคมีของดินพื้นที่ OP, RP, HG และ RF พบว่า ค่า pH เท่ากับ 5.88, 5.06, 5.51 และ 4.97 ตามลำดับ ปริมาณ OC เท่ากับ 0.67, 0.66, 0.43 และ 0.54% ตามลำดับ ปริมาณ OM เท่ากับร้อยละ 1.15, 1.14, 0.74 และ 0.93 ตามลำดับ ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ P เท่ากับ 2.18, 1.65, 5.51 และ 2.21 mg $kg^{-1}$ ตามลำดับ และ K เท่ากับ 68.72, 31.10, 29.63 และ 14.10 mg $kg^{-1}$ ตามลำดับ ธาตุอาหารรอง ได้แก่ Ca เท่ากับ 1,306.67, 656.17, 360.67 และ 171.00 mg $kg^{-1}$ ตามลำดับ และ Mg เท่ากับ 35.83, 48.33, 42.00 และ 22.83 mg $kg^{-1}$ ตามลำดับ ธาตุอื่น ๆ คือ Na เท่ากับ 16.42, 15.75, 11.17 และ 9.95 mg $kg^{-1}$ ตามลำดับ เนื้อดินพื้นที่ศึกษาทั้งหมด พบปริมาณอนุภาคดินทรายสูงที่สุด เท่ากับ 52.29, 56.29, 64.29 และ 65.63% ตามลำดับ รองลงมา คือ อนุภาคดินเหนียว เท่ากับ 29.09, 28.43, 19.76 และ 14.43% ตามลำดับ และ อนุภาคดินทรายแป้ง เท่ากับ ร้อยละ 18.61, 15.28, 15.95 และ 19.95 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการจำแนกเนื้อดินตามสามเหลี่ยมดิน พบว่าพื้นที่ OP และ RP จัดเป็นเนื้อดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) และพื้นที่ HG และ RF จัดเป็นเนื้อดินร่วนปนทราย (sandy loam) (Table 2)

สมบัติทางกายภาพของดิน พบว่าความแข็งของดินพื้นที่ RP ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 15.78 mm รองลงมา คือ พื้นที่ OP, HG และ RF เท่ากับ 12.56, 11.07 และ 10.98 mm ตามลำดับ ขณะที่ความชื้นของดิน พบว่าพื้นที่ OP ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 22.53% รองลงมาคือ พื้นที่ RF, RP และ HG เท่ากับ 21.31, 19.29 และ 18.62% ตามลำดับ และความหนาแน่นของดิน พบว่าพื้นที่ HG ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.44 g/$cm^{3}$ รองลงมา คือ พื้นที่ RF, RP และ OP เท่ากับ 1.39, 1.39 และ 1.29 g $cm^{-3}$ ตามลำดับ (Table 2)

**Table 2** Soil properties of various land uses

| Soil properties | OP | Rating | RP | Rating | HG | Rating | RF | Rating | Arithmetic mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Surface soil (0–5 cm)** | | | | | | | | | |
| 1. pH | 5.60[b] | moderately acid | 4.83[a] | very strongly acid | 5.54[b] | strongly acid | 4.88 | very strongly acid | 5.21 |
| 2. Organic Carbon (OC) (%) | 1.44 | | 1.26 | | 1.28 | | 0.95 | | 1.23 |
| 3. Organic Matter (OM) (%) | 2.49 | M | 2.17 | M | 2.21 | M | 1.64 | M | 2.13 |
| 4. Available Phosphorus (P) (mg $kg^{-1}$) | 9.15[a] | L | 6.45[a] | L | 46.71[b] | VH | 3.30 | L | 16.40 |
| 5. Exchangeable Potassium (K) (mg $kg^{-1}$) | 134.90 | VH | 54.13 | L | 76.05 | M | 26.17 | VL | 72.81 |
| 6. Exchangeable Calcium (Ca) (mg $kg^{-1}$) | 1,257.67 | M | 418.33 | L | 837.17 | L | 352.83 | VL | 716.50 |
| 7. Exchangeable Magnesium (Mg) (mg $kg^{-1}$) | 58.67[a] | L | 66.00[ab] | L | 119.33[b] | L | 50.33 | L | 73.58 |
| 8. Exchangeable Sodium (Na) (mg $kg^{-1}$) | 29.40[b] | L | 11.70[a] | L | 7.80[a] | L | 10.70 | L | 14.90 |
| 9. Sand (%) | 58.29[a] | | 69.63[b] | | 70.96[b] | | 70.96 | | 67.46 |
| 10. Silt (%) | 21.95[b] | | 13.28[a] | | 17.95[ab] | | 17.28 | | 17.62 |
| 11. Clay (%) | 19.76[b] | | 17.09[ab] | | 11.09[a] | | 11.76 | | 14.93 |
| 12. Soil texture | SL | | SL | | SL | | SL | | |
| 13. Soil hardness (mm) | 12.78[b] | | 11.46[ab] | | 8.90[a] | | 8.50 | | 10.41 |
| 14. Soil moisture (%) | 28.28 | | 23.35 | | 22.27 | | 26.44 | | 25.09 |
| 15. Soil bulk density (g $cm^{-3}$) | 1.29 | | 1.39 | | 1.33 | | 1.26 | | 1.32 |

**Table 2** (Continued)

| Soil properties | OP | Rating | RP | Rating | HG | Rating | RF | Rating | Arithmetic mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Subsurface soil (20–25 cm)** | | | | | | | | | |
| 1. pH | 5.88 | moderately acid | 5.06 | very strongly acid | 5.51 | strongly acid | 4.97 | very strongly acid | 5.36 |
| 2. Organic Carbon (OC) (%) | 0.67 | | 0.66 | | 0.43 | | 0.54 | | 0.58 |
| 3. Organic Matter (OM) (%) | 1.15 | ML | 1.14 | ML | 0.74 | L | 0.93 | L | 0.99 |
| 4. Available Phosphorus (P) (mg $kg^{-1}$) | 2.18 | VL | 1.65 | VL | 5.51 | L | 2.21 | VL | 2.89 |
| 5. Exchangeable Potassium (K) (mg $kg^{-1}$) | 68.72 | M | 31.10 | L | 29.63 | VL | 14.10 | VL | 35.89 |
| 6. Exchangeable Calcium (Ca) (mg $kg^{-1}$) | 1,306.67 | M | 656.17 | L | 360.67 | VL | 171.00 | VL | 623.63 |
| 7. Exchangeable Magnesium (Mg) (mg $kg^{-1}$) | 35.83 | VL | 48.33 | L | 42.00 | L | 22.83 | VL | 37.25 |
| 8. Exchangeable Sodium (Na) (mg $kg^{-1}$) | 16.42 | L | 15.75 | L | 11.17 | L | 9.95 | L | 13.32 |
| 9. Sand (%) | 52.29 | | 56.29 | | 64.29 | | 65.63 | | 59.63 |
| 10. Silt (%) | 18.61 | | 15.28 | | 15.95 | | 19.95 | | 17.45 |
| 11. Clay (%) | 29.09 | | 28.43 | | 19.76 | | 14.43 | | 22.93 |
| 12. Soil texture | SCL | | SCL | | SL | | SL | | |
| 13. Soil hardness (mm) | 12.56 | | 15.78 | | 11.07 | | 10.98 | | 12.60 |
| 14. Soil moisture (%) | 22.53 | | 19.29 | | 18.62 | | 21.31 | | 20.44 |
| 15. Soil bulk density (g $cm^{-3}$) | 1.29 | | 1.39 | | 1.44 | | 1.39 | | 1.38 |

OP = Oil palm plantations, RP = Rubber plantations, HG = Home gardens and RF = Remnant forest. Soil hardness was measured using a Yamanaka-type penetrometer. Soil moisture was measured using the gravimetric water content method. Chemical properties of soil analyzed in the laboratory of the Product Quality and Standards Inspection Service Institute Princess Sirindhorn Building, Maejo University, Chiang Mai. Values in the same row followed by different letters are significantly different at $P<0.05$ (Duncan's multiple comparison test). Soil texture SL = Sandy loam and SCL = Sandy clay loam, and soil fertility evaluation, VL = Very low, L = Low, ML = Medium-Low, M = Medium, H = High and VH = Very high

**ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดินทางเคมีและทางกายภาพโดยวิธีการวิเคราะห์แบบ Principle Component Analysis**

การวิเคราะห์ปัจจัยดินทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ soil hardness, soil moisture, bulk density, pH, OC, OM, P, K, Ca, Mg, Na, Sand, Silt, Clay รวมทั้งหมด 14 ปัจจัย ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดินทางเคมีและทางกายภาพของการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบแตกต่างกัน สามารถแบ่งกลุ่มดินออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มของพื้นที่ OP พบปัจจัยเด่นที่แสดงออกอย่างชัดเจน ได้แก่ Ca, Na, OM, OC, pH, SH, BD และ Clay กลุ่มต่อมา คือ พื้นที่ RF ได้แก่ Sand, Silt และ SM และกลุ่มของพื้นที่ RP และ HG มีค่าใกล้เคียงกัน จึงถูกจัดให้อยู่กลุ่มเดียวกัน โดยปัจจัยเด่นที่แสดงออกอย่างชัดเจน ได้แก่ P, K และ Mg (Figure 3)

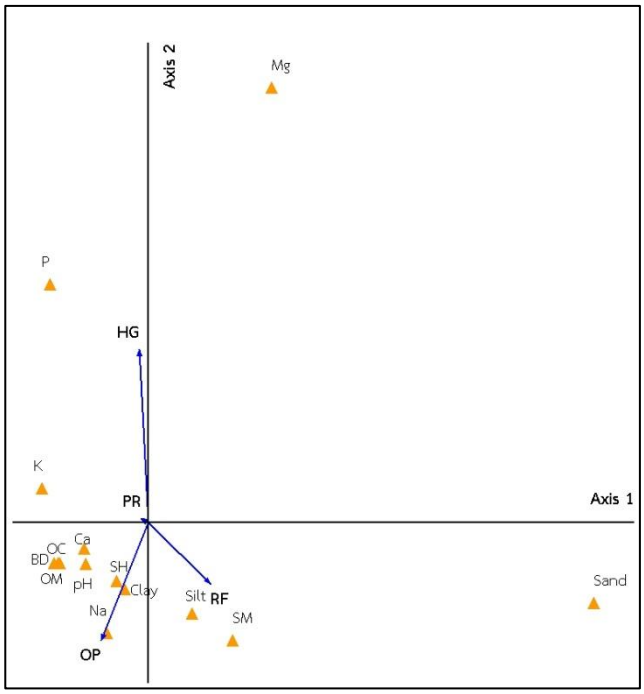



**Figure 3** Principal Component Analysis (PCA) in Oil palm plantations (OP), Rubber plantations (RP), Home gardens (HG) and Remnant forest (RF)

**ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ในพื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน สวนยางพารา สวนหลังบ้าน และหย่อมป่า**

มวลชีวภาพรวม (total biomass) ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis*) เท่ากับ 8.27 ตัน/ไร่ (51.71 ตัน/เฮกตาร์) ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 3.89 ตันคาร์บอน/ไร่ และสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 14.26 ตันคาร์บอนคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ (Table 3)

มวลชีวภาพรวมยางพารา (*Hevea brasiliensis*) เท่ากับ 99.85 ตัน/ไร่ (624.04 ตัน/เฮกตาร์) ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 49.27 ตันคาร์บอน/ไร่ และสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 180.66 ตันคาร์บอนคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ (Table 3)

มวลชีวภาพรวมพรรณไม้ทุกชนิดในพื้นที่สวนหลังบ้าน (HG) เท่ากับ 28.38 ตัน/ไร่ (177.35 ตัน/เฮกตาร์)

พบชนิดไม้ทั้งหมด 58 ชนิด 52 สกุล 36 วงศ์ มวลชีวภาพรวมไม้ใหญ่เท่ากับ 24.61 ตัน/ไร่ และลูกไม้เท่ากับ 0.002 ตัน/ไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพพรรณไม้ทุกชนิด เท่ากับ 13.34 ตันคาร์บอน/ไร่ (83.35 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์) และสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 48.90 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไม้ใหญ่เท่ากับ 11.57 ตันคาร์บอน/ไร่ พิจารณาเป็นรายชนิดพบ 3 ลำดับแรกที่มีการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด ได้แก่ ทุเรียน (*Durio zibethinus*) มะขาม (*Tamarindus indica*) และ กระท้อน (*Sandoricum koetjape*) เท่ากับ 5.36, 1.17 และ 1.03 ตันคาร์บอน/ไร่ ตามลำดับ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนลูกไม้เท่ากับ 0.001 ตันคาร์บอน/ไร่ พิจารณาเป็นรายชนิดพบ 3 ชนิด ได้แก่ ผักเหมียง (*Gnetum gnemon*) มะม่วง (*Mangifera indica*) และขี้เหล็ก (*Senna siamea*) เท่ากับ 0.0005, 0.0004 และ 0.0001 ตันคาร์บอน/ไร่ ตามลำดับ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนกลุ่มปาล์ม เท่ากับ 1.75 ตันคาร์บอน/ไร่ เมื่อพิจารณาเป็นรายชนิดพบ 3 ลำดับแรก ได้แก่ มะพร้าว (*Cocos nucifera*) ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis*) และหมาก สง (*Areca catechu*) เท่ากับ 0.99, 0.36 และ 0.16 ตันคาร์บอน/ไร่ ตามลำดับ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไผ่ พบ 1 ชนิด คือ ไผ่ป่า (*Bambusa bambos*) เท่ากับ 0.02 ตันคาร์บอน/ไร่ (Table 3)

มวลชีวภาพรวมพรรณไม้ทุกชนิดในพื้นที่หย่อมป่า (RF) เท่ากับ 52.06 ตัน/ไร่ (325.36 ตัน/เฮกตาร์) พบชนิดไม้ทั้งหมด 18 ชนิด 17 สกุล 15 วงศ์ มวลชีวภาพรวมไม้ใหญ่เท่ากับ 51.94 ตัน/ไร่ มวลชีวภาพรวมลูกไม้เท่ากับ 0.0002 ตัน/ไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ทุกชนิด เท่ากับ 24.47 ตันคาร์บอน/ไร่ และสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 89.71 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไม้ใหญ่เท่ากับ 24.41 ตันคาร์บอน/ไร่ พิจารณาเป็นรายชนิดพบ 3 ลำดับแรกที่มีการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด ได้แก่ เคี่ยม (*Cotylelobium lanceolatum*) จิกนม (*Barringtonia macrocarpa*) และส้านช้าง (*Dillenia pentagyna*) เท่ากับ 10.32, 6.23 และ 2.34 ตันคาร์บอน/ไร่ ตามลำดับ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนลูกไม้ พบ 1 ชนิด คือ กระทังใบใหญ่ (*Litsea grandis*) เท่ากับ 0.0001 ตันคาร์บอน/ไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไผ่เท่ากับ 0.06 ตันคาร์บอน/ไร่ พบ 2 ชนิด ได้แก่ ไผ่เหลือง (*Bambusa vulgaris*) และไผ่ป่า (*Bambusa bambos*) เท่ากับ 0.03 และ 0.03 ตันคาร์บอน/ไร่ ตามลำดับ (Table 3)

**Table 3** Assessment of carbon storage in oil palm plantations, rubber plantations, home gardens and remnant forest

| Community characters | | Biomass | | | | | Total Biomass | Total Biomass | Carbon storage | Carbon storage | $Co_2$ | $Co_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABG (t rai$^{-1}$) | | | | BLG Root | | | | | | |
| | | Stem | Branch | Leaf | ABG total | (t rai$^{-1}$) | (t rai$^{-1}$) | (t rai$^{-1}$) | (tC rai$^{-1}$) | (tC ha$^{-1}$) | ($tCO_2$ rai$^{-1}$) | ($tCO_2$ ha$^{-1}$) |
| OP | Tree | | | | | | 8.27 | 51.71 | 3.89 | 24.30 | 14.26 | 89.12 |
| RP | Tree | 40.83 | 34.28 | 2.20 | 77.31 | 22.54 | 99.85 | 624.04 | 49.27 | 307.95 | 180.66 | 1,129.15 |
| HG | Tree | 13.64 | 5.14 | 0.45 | 19.23 | 5.38 | 24.61 | 153.81 | 11.57 | 72.29 | 42.41 | 265.07 |
| | Palm | | | | | | 3.72 | 23.23 | 1.75 | 10.92 | 6.41 | 40.04 |
| | Bamboo | | | | | | 0.05 | 0.29 | 0.02 | 0.14 | 0.08 | 0.50 |
| RF | Tree | 28.49 | 11.23 | 0.85 | 40.58 | 11.36 | 51.94 | 324.61 | 24.41 | 152.57 | 89.51 | 559.42 |
| | Sapling | 0.0001 | 0.00002 | 0.000004 | 0.0001 | 0.00003 | 0.0002 | 0.001 | 0.0001 | 0.0005 | 0.0003 | 0.002 |
| | Bamboo | | | | | | 0.12 | 0.75 | 0.06 | 0.35 | 0.21 | 1.29 |

OP = Oil palm plantations, RP = Rubber plantations, HG = Home gardens and RF = Remnant forest. ABG = Aboveground and BLG = Belowground biomass.

Tree biomass was analyzed using allometric equations under the Thailand Voluntary Emission Reduction Program (T-VER) in the forestry and agriculture sector.

**วิจารณ์ผลการวิจัย**

สมบัติทางเคมีของดินพบว่า ค่า pH พื้นที่ RP มีความเป็นกรดจัดมากที่สุด รองลงมาพื้นที่ OP และ HG อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจากลักษณะการปลูกแบบเชิงเดี่ยวร่วมกับเป็นพื้นที่ราบลุ่มมีน้ำท่วมขัง ขณะเดียวกันพื้นที่ HG เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบวนเกษตร ความหลากหลายของพืชสูง ซึ่งช่วยเพิ่มอินทรีวัตถุในดิน (Maharjan *et al*., 2024) ธาตุ P พบในดินพื้นที่ HG สูงที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Lattirasuvan (2012) พบว่าในพื้นที่สวนหลังบ้านในระดับดินชั้นบน มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง อันเนื่องมาจากสวนหลังบ้านเป็นพื้นที่ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นไปได้ที่แหล่งธาตุอาหารมาจากกิจกรรมในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำเสียจากการซักล้างระบายโดยตรงสู่พื้นที่สวนหลังบ้าน และการเพิ่มขี้เถ้าที่ได้จากการเผาถ่าน หุงต้ม เผาขยะ หรือเศษไม้ปลายไม้ ซึ่งเป็นการเพิ่มธาตุอาหารจากกิจกรรมดังกล่าว และธาตุ Mg ดินชั้นบนพื้นที่ HG มากที่สุด เนื่องจากมีความหลากหลายของพืช ซึ่งช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารในดินมากกว่าพื้นที่ OP และ RP ที่มีการจัดการพื้นที่โดยกำจัดวัชพืชอยู่เป็นประจำ (Han *et al*., 2021) อีกทั้งพื้นที่ OP และ RP พบธาตุ Na ดินชั้นบนมากกว่าพื้นที่ HG ซึ่งเกิดจากการใช้ปุ๋ยเคมีมากเกินไปอาจทำให้เกิดการสะสมของเกลือในดิน ซึ่งส่งผลให้ดินมีความเค็มเพิ่มขึ้น (Prakunhangsit, 2002) สมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ ความชื้นและความหนาแน่นของดิน มีค่าใกล้เคียงกัน จึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งความแข็งของดินชั้นล่างมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าดินชั้นบน โดยพื้นที่ทำการเกษตรเชิงเดี่ยว คือ OP และ RP มีความแข็งมากกว่าพื้นที่ HG เนื่องจากพบชั้นหินและหินกรวดปะปนรวมอยู่ในดิน ส่งผลให้มีความแข็งมากกว่าในพื้นที่ HG สอดคล้องกับการศึกษาของ Phomsenwong *et al*. (2019) พบว่าดินชั้นล่างเป็นดินเหนียว ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่เชิงเดี่ยว ได้แก่ ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย ฯลฯ พบกรวดเล็กน้อยในชั้นดินบนและมากขึ้นในดินชั้นล่าง และจากการศึกษาพบว่าสมบัติทางเคมีของดินชั้นล่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เกิดจากกิจกรรมทางเกษตรและการจัดการพื้นที่ เช่น การใส่ปุ๋ย การปลูกพืช การชะล้างของดิน รวมถึงดินชั้นล่างมักได้รับอินทรียวัตถุและปุ๋ยน้อยกว่าดินชั้นบน ทำให้ธาตุอาหารมีความสม่ำเสมอ และไม่แตกต่างกันมากนักในรูปแบบการใช้ที่ดินต่าง ๆ จึงพบการสะสมธาตุอาหารในดินชั้นบนมากกว่าดินชั้นล่าง (Islam and Weil, 2000)

จากผลการวิเคราะห์ปัจจัยดินโดยใช้การวิเคราะห์แบบ PCA พบว่า พื้นที่ OP แสดงออกในปัจจัยด้าน Ca, Na, OM, OC, pH, SH, BD และ Clay ขณะที่พื้นที่ RP และ HG พบธาตุอาหารหลัก คือ P และ K ธาตุอาหารรอง คือ Mg ซึ่งบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินในรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Tanaka and Liebig (2010) พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันส่งผลต่อปริมาณของธาตุอาหาร สมบัติทางด้านกายภาพและเคมีของดินที่มีความแตกต่างกัน รวมทั้งความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งความแตกต่างกันของแต่ละพื้นที่จะขึ้นอยู่กับวัตถุต้นกำเนิดดิน รวมถึงการจัดการพื้นที่โดยการใส่ปุ๋ยเคมี ยาปราบวัชพืช และการรบกวนหน้าดินด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การไถพรวน การเผาวัชพืช เป็นต้น

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ OP เนื่องจากการศึกษาทางด้านการประเมินมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนปาล์มน้ำมันในประเทศไทยค่อนข้างน้อย และยังไม่มีสมการเฉพาะสำหรับไม้ในชนิดนี้ (Boonruengkhao, 2018) ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้สมการแอลโลเมตรีของกลุ่มปาล์ม โดยอ้างอิงจากสูตรของ Pearson and Brown (2005) จากการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของ Henson (1999 cited in Chuenjit, 2013)

บ่งชี้ถึงปาล์มน้ำมันใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มากกว่าการคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นปาล์มน้ำมันจึงสามารถช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ และช่วยชะลอการเกิดสภาวะโลกร้อนได้ พื้นที่ RP มีค่ามากกว่าเมื่อเปรียบเทียบจากการศึกษาของ Chiarawipa *et al*. (2012) จากการศึกษาทั้งสองพื้นที่สามารถบ่งชี้ได้ว่าสวนยางพาราเป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สำคัญ รวมถึงการเก็บกักคาร์บอนที่มีศักยภาพตลอดช่วงอายุของสวนยางพารา พื้นที่ HG มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Boonruengkhao (2018) ในสวนสมรมอายุเกิน 60 ปี จากการศึกษาทั้งสองพื้นที่แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน ขณะเดียวกันการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบของวนเกษตร โดยปลูกพืชหลายชนิดในพื้นที่เดียวกันก่อให้เกิดความยั่งยืนในระบบนิเวศ และพื้นที่ RF พบว่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในไม้ใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับกับการศึกษาของ Kiriratnikom and Kiriratnikom (2024) ขณะเดียวกันปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในลูกไม้ในพื้นที่ RF มีค่าน้อยกว่ามาก บ่งชี้ว่าความสามารถในการตั้งตัวและการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งส่งผลทำให้ชนิดพันธุ์มีแนวโน้มที่จะเกิดการสูญพันธุ์ไปจากพื้นที่ในอนาคต ประกอบด้วยการคุกคามจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน ซึ่งมีการกำจัดพรรณไม้ดั้งเดิมออกไปจากพื้นที่ที่มีการบุกเบิกเพื่อทำการเกษตร ซึ่งปัจจัยดังกล่าวสามารถขัดขวางกระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตช้าและมีขนาดเล็ก ส่งผลทำให้มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนมีค่าต่ำกว่า (Srethasirote *et al*., 2011)

## สรุปผลการวิจัย

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ตำบลคลองขนาน อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ ดินชั้นบนมีความอุดมสมบูรณ์และการสะสมธาตุอาหารมากกว่าดินชั้นล่าง ซึ่งมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของดิน โดยมีความแตกต่างกันในแต่ละรูปแบบการใช้ที่ดิน ซึ่งพื้นที่สวนปาล์มน้ำมันและสวนยางพาราเป็นรูปแบบการปลูกพืชเชิงเดี่ยวพบดินแข็งและตื้นกว่าพื้นที่สวนหลังบ้านในรูปแบบวนเกษตร ซึ่งเกิดการรบกวนจากกิจกรรมทางการเกษตรอย่างเข้มข้นที่เน้นผลผลิตทางการเกษตร โดยขาดการจัดการอย่างเหมาะสม และส่งผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ รวมถึงพบแนวโน้มการสืบต่อพันธุ์ระดับต่ำในพื้นที่หย่อมป่า ซึ่งอาจก่อให้เกิดการสูญพันธุ์ไปจากพื้นที่ในอนาคต ดังนั้นควรจัดทำแผนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการพื้นที่ของแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความแตกต่างกันตามสภาพปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่ควรเน้นการใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดควบคู่ไปกับการอนุรักษ์และฟื้นฟู เพื่อพัฒนาชุมชนแบบองค์รวมทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถช่วยบรรเทาสภาพภูมิอากาศและส่งเสริมให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนในปัจจุบัน

**กิตติกรรมประกาศ**

ขอขอบคุณ คณาจารย์ นักศึกษา สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ โครงการจัดตั้งวิทยาลัยการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ตลอดจนผู้นำชุมชน ชาวบ้านหมู่บ้านคลองขนาน อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ และผู้มีส่วนร่วมทุกท่านที่ให้คำปรึกษา ความร่วมมือ ข้อเสนอแนะ และคำแนะนำ ทำให้การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

**เอกสารอ้างอิง**

Boonruengkhao, B. 2018. **Biodiversity and Assessment of Carbon Sequestration in Traditional Orchard in Nakhon Si Thammarat Province.** Master Thesis. Thaksin University. 205 p. [in Thai]

Chanprom, T., T. Lattirasuvan, T. Yothapakdee, P. Khonkaen, S. Somprakon, N. Khorkha, S. Sukchuai and A. Injan. 2025. Soil properties under Miang tea garden, coffee plantation and remnant forest at Pa Miang village, Chae Son sub-district, Mueang Pan district, Lampang province. **Naresuan Agricuture Journal** 22(1): 1–14. [in Thai]

Chiarawipa, R., S. Pechkeo, M. Keawdoung and W. Prommee. 2012. Assessment of carbon stock and the potential income of the carbon offset in rubber plantation. **Burapha Science Journal** 17(2): 96–99. [in Thai]

Chuenjit, C. 2013. **Carbon Dioxide Captured in Difference Stand Ages of Oil Palm.** Master Thesis. Chulalongkorn University. 73 p. [in Thai]

Faculty of Agriculture Soil Science, Kasetsart University. 2005. **Introduction to Soil Science.** 10th. Bangkok: Kasetsart University Press. 547 p. [in Thai]

Forest Land Management. 2023. **Forest area data project report 2023.** Retrieved from https://bit.ly/3PLCOoW [in Thai]

Han, W., J. Chang, H. Jiang, S. Niu, Y. Liu, J. Xu, J. Wu and Y. Ge. 2021. Plant species diversity affects plant nutrient pools by affecting plant biomass and nutrient concentrations in high-nitrogen ecosystems. **Basic and Applied Ecology** 56: 213–225. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.08.002

Henson, I.E. 1999. Comparative Ecophysiology of Oil Palm and Tropical Rainforest. pp. 9–39. *In* Germit, S., K.H. Lim, T. Leng and D.L. Kow. (eds.). **Oil Palm and the Environment: A Malaysian Perspective.** Kuala Lumpur: Malaysian Oil Palm Growers Council.

Islam, K.R. and R.R. Weil. 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture Ecosystems & Environment** 79: 9–16. https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00145-0

Khunrattanasiri, W. 2020. **Satellite Imagery for Forest Resource Survey.** Bangkok: Department of Forest Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University. 349 p. [in Thai]

Kiriratnikom, A. and S. Kiriratnikom. 2024. Carbon storages in tropical rain forest, case study: Ban Papong community forest, Thamod district, Phatthalung province. **Wichcha Journal** 43(1): 47–50. [in Thai]

Kongmeesup, I. 2020. Interactions between climate change and the world's forest sector. **Naresuan Agriculture Journal** 17(2): 4–5. [in Thai]

Land Development Department. 2004. **Guidelines for the Analysis of Soil, Water, Fertilizers, Plants, Soil Amendments, and Quality Certification.** Bangkok: Office of Science for Land Development. 252 p. [in Thai]

Land Development Department. 2007. **Guidelines for Soil Management in Krabi.** Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives. 157 p. [in Thai]

Lattirasuvan, T., S. Tanaka, K. Nakamoto, D. Hattori and K. Sakurai. 2010. Ecological characteristics of home gardens in northern Thailand. **TROPICS**. 18(4): 171–184.

Lattirasuvan, T. 2012. Soil properties and plant diversity of home gardens in Song district, Phrae province. **Thai Journal of Forestry** 31(2): 19–23. [in Thai]

Limsakul, A., S. Ngodngam, N. Sriburin, P. Suwanee and R. Phaisan. 2018. **Development of Carbon Sequestration and Exchange Assessment Methods under the Carbon Sequestration and Exchange Assessment Tool/Method Development Project.** 112 p. *In* Research Report. Bangkok: Department of Environmental Quality Promotion. [in Thai]

Maharjan, M., S. Ayer, S. Timilsina, P. Ghimire, S. Bhatta, N. Thapa, Y.P. Timilsina, S. Lama, V.K. Yadav and C.C. Okolo. 2024. Impact of agroforestry intervention on carbon stock and soil quality in mid-hills of Nepal. **Soil Security** 16: 100164. https://doi.org/10.1016/j.soisec.2024.100164

Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino and T. Kira. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. II. Plant Biomass. **Nature and Life in Southeast Asia** 4: 49–80.

Pattanathaworn, W. 2021. **The study of soil carbon in Thailand.** Retrieved from http://oss101.ldd.go.th/osr_data&service/OSR_PDF/TB_SSK_Distribute/D_SSK63-002.pdf [in Thai]

Pearson, T. and S. Brown. 2005. **Guide de mesure et de suivi du carbone dans les forêts et prairies herbeuses.** Arlington, VA: Winrock International. 38 p.

Phomsenwong, B., S. Khamyong, N. Anongrak and P. Huttagosol. 2019. Soil characteristics derived from limestone between agricultural and forest lands in Mae Tao watershed, Mae Sot district, Tak province. **Journal of Agriculture** 35(2): 248–249. [in Thai]

Prakunhangsit, S. 2002. Water management for plants. **Advanced Agriculture** 15(4): 59–62. [in Thai]

Somprakon, S., T. Yothapakdee, I. Howpinjai, P. Painkhit, S. Yodkeaw, K. Kruama and T. Lattirasuvan. 2024. Soil fertility and estimation of carbon sequestration in forest restoration at age 8 years in Phrae province. **Thai Journal of Forestry** 43(1): 167–179. [in Thai]

Srethasirote, B., R. Tawon, L. Poangjit and S. Soontornwong. 2011. **REDPLUS: Hot Issues in the World Negotiation Arena Concepts and Formats Appropriate for Thai Society.** Bangkok: Good Governance for Social Development and the Environment Institute (GSEI). 152 p. [in Thai]

Tanaka, J.R.G. and M.A. Liebig. 2010. **Fallow effects on soil carbon and greenhouse gas flux in central North Dakota.** Retrieved from https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2136/sssaj2008.0368

Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). 2016. **Thailand Voluntary Emission Reduction Program Reference Manual: Forestry and Agriculture Sector.** 3rd ed. Bangkok: Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). 65 p. [in Thai]

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. **Guidelines for national greenhouse gas inventories: chapter 4 forest land.** Retrieved from https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf

Triphattanasuwan, P., S. Diloksumpun, D. Staporn and J. Rattanakaew. 2008. **Carbon Storage in Biomass of Some Tree Species Planted at the Pu Parn Royal Development Study Centre, Sakon Nakhon Province.** 18 p. *In* Research Report. Bangkok: Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. [in Thai]