

ความแตกต่างของสมบัติดินในพื้นที่การใช้ที่ดินที่แตกต่างกันบริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่ Soil Properties Differentiation Under Various Land Use Types in the Mae Kham Mee Watershed, Phrae Province

ทองชนก ชำนาญ^{1,2}, ธนากร ลัทธธีระสุวรรณ^{1*}, ภัทรพร ผูกคล้าย³ และธัญญรัตน์ เชื้อสะอาด⁴
Thongchanok Chamnan^{1,2}, Thanakorn Lattirasuvan^{1*}, Pattaporn Pukklay³ and Thanyarat Chuesaard⁴

¹สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ โครงการจัดตั้งวิทยาลัยการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

¹Master of Science Program in Forest Management, The Established of Project of College of Forestry,
Maejo University, Phrae campus, Phrae 54140

²สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 13 (แพร่) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จังหวัดแพร่ 54140

²Protected Area Regional Office 13 (Phrae), Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation,
Phrae Province 54140, Thailand

³สาขาวิชาการป่าไม้ โครงการจัดตั้งวิทยาลัยการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จ.แพร่ 54140

³Bachelor of Science Program in Forestry, The Established Project of College of Forestry, Maejo University,
Phrae campus, Phrae 54140

⁴สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

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

*Corresponding Author, E-mail: thanakorn-l@mju.ac.th

รับต้นฉบับ 8 กันยายน 2568
Received: 8 September 2025

รับแก้ไข 2 กุมภาพันธ์ 2569
Revised: 2 February 2026

รับลงพิมพ์ 13 กุมภาพันธ์ 2569
Accepted: 13 February 2026

ABSTRACT

This study examined the variability of soil properties in various land use types in the Mae Kham Mee Watershed, Phrae Province, that included teak plantations, home gardens, rubber plantations, corn fields, and remnant forest patches. A total of 15 soil samples were collected from the surface (0–5 cm depth) and the subsurface layers (20–25 cm depth), at three sampling points per land use type. Soils were analyzed for physical and chemical properties, and the relationships of soil properties among different land use types were examined. Results showed that the surface soil had an average soil hardness of 23.02 cm, soil moisture of 13.82% by weight, soil bulk density of 1.12 g/cm³, and a pH of 5.84. The subsurface soil had an average soil hardness of 23.96 cm, soil moisture of 16.62%, soil bulk density of 1.15 g/cm³, and a pH of 5.86. Subsurface soil was slightly harder and denser, with higher moisture content than surface soil, while pH values indicated acidic conditions in both layers. Analysis of relationships between soil property among the different land use types indicated that land use significantly influenced soil physical and chemical properties at the two depths. Remnant forest patches had the best soil properties, maintaining values similar to natural conditions. Home gardens exhibited the highest soil fertility due to human management. Rubber plantations had moderate soil properties, sufficient to support rubber cultivation, but were less fertile than remnant forests and home gardens, thus requiring soil management such as adding organic matter and phosphorus fertilizers to enhance rubber yield. In contrast, corn fields and teak

plantations showed signs of soil degradation. Sustainable land management should prioritize teak plantations and corn fields to mitigate further soil degradation in the Mae Kham Mee Watershed.

Keywords: Soil properties, Land use, Mae Kham Mee Watershed

บทคัดย่อ

การศึกษาความผันแปรของสมบัติดินในพื้นที่การใช้ที่ดินที่แตกต่างกันในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่ ประกอบด้วยสวนป่าสัก สวนหลังบ้าน สวนยางพารา ไร่ข้าวโพด และห้วยอมป่า โดยเก็บตัวอย่างดินบน (ระดับความลึกจากผิวหน้าดิน 0-5 เซนติเมตร) และดินล่าง (ระดับความลึกจากผิวหน้าดิน 20-25 เซนติเมตร) เก็บตัวอย่างดินพื้นที่ละ 3 จุด รวม 15 ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพและทางเคมี และความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินของรูปแบบการใช้ที่ดินที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า ดินบนมีค่าเฉลี่ยความแข็งของดิน 23.02 เซนติเมตร ความชื้นในดินร้อยละโดยน้ำหนัก 13.82 ความหนาแน่นรวมของดิน 1.12 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่า pH 5.84 ส่วนดินล่างมีค่าเฉลี่ยความแข็งของดิน 23.96 เซนติเมตร ความชื้นในดินร้อยละโดยน้ำหนัก 16.62 ความหนาแน่นรวมของดิน 1.15 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่า pH 5.86 ซึ่งดินล่างมีความแข็งและความหนาแน่นสูงกว่าดินบนเล็กน้อย และมีความชื้นดินสูงกว่า ส่วน pH มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดทั้งดินบนและดินล่าง ส่วนผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินในรูปแบบการใช้ที่ดินที่แตกต่างกัน พบว่า การใช้ที่ดินส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในแต่ละระดับความลึกที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยห้วยอมป่ามีสมบัติดินที่ดีและคงสภาพธรรมชาติไว้ได้มาก ส่วนสวนในบ้านมีความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงจากการจัดการของมนุษย์ ส่วนสวนยางพารามีสมบัติดินปานกลางสามารถรองรับการปลูกยางพาราได้ แต่ไม่อุดมสมบูรณ์เท่ากับห้วยอมป่าและสวนหลังบ้าน ต้องมีการจัดการดินเพื่อเติมอินทรีย์วัตถุและปุ๋ยฟอสฟอรัสเพื่อให้ผลผลิตยาง ในขณะที่ไร่ข้าวโพดและสวนป่าสักแสดงถึงปัญหาดินเสื่อมโทรม

คำสำคัญ: สมบัติดิน การใช้ที่ดิน ลุ่มน้ำแม่คำมี

คำนำ

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ พืช และสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เนื่องจากทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำ ธาตุ และธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช อีกทั้งยังเป็นองค์ประกอบหลักที่มีบทบาทสำคัญต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ Ewunetu *et al.* (2025) อธิบายว่า ความอุดมสมบูรณ์ของดินบ่งบอกความสามารถของดินในการจัดหาสารอาหารที่จำเป็นในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อสนับสนุนการเจริญเติบโตของพืชอย่างมีสุขภาพดีและรักษาผลผลิตทางการเกษตร (Javed *et al.*, 2022) การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินมักทำโดยการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับการเพาะปลูก สมบัติของดินเหล่านี้รวมทั้งสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ถือเป็นตัวชี้วัดสำคัญของความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตทางการเกษตร (Chen *et al.*, 2020) ซึ่งการใช้ที่ดินที่ไม่เหมาะสม (Lema *et al.*, 2019) ร่วมกับพื้นที่ลาดชันและการจัดการที่ยั่งยืน ทำให้เกิดการชะล้างและเสื่อมสภาพของดิน ส่งผลให้สมบัติสำคัญของดินลดลง เช่น โครงสร้างดิน เนื้อดิน ปริมาณ

อินทรีย์วัตถุ ความพร้อมของสารอาหาร เป็นต้น ซึ่งมี

ความสำคัญต่อการผลิตพืช

พื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำแม่คำมีเป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำยมตั้งอยู่ตอนบนของจังหวัดแพร่ ลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับซับซ้อน ในอดีตสายน้ำแม่คำมีเป็นสายน้ำหลักอีกแห่งหนึ่งในการลำเลียงขนส่งไม้สัก แสดงให้เห็นว่าในอดีตทรัพยากรป่าไม้ในเขตลุ่มน้ำแม่คำมีมีความอุดมสมบูรณ์อย่างไรก็ตามในปัจจุบันพื้นที่ป่าไม้กำลังถูกบุกรุกเพื่อเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตร โดยเฉพาะการปลูกข้าวโพดในพื้นที่สูงชันซึ่งกำลังขยายออกเป็นวงกว้างขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้พื้นที่ป่าลดลงอย่างรวดเร็ว ในหลักการจัดการลุ่มน้ำนั้นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ควรถูกจัดให้เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารแต่ในทางตรงกันข้ามในเขตลุ่มน้ำแม่คำมี พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 ซึ่งเป็นพื้นที่บริเวณไหล่เขาบนที่สูง มีความลาดชันสูง (steep slope) ถึงสูงมาก (very steep slope) ดินมีสมรรถนะการพังทลายน้อยกว่าชั้นที่ 1 เป็นพื้นที่ที่ควรเก็บรักษาไว้ใช้ประโยชน์เพื่อเป็นป่าเศรษฐกิจ (commercial forest) และพื้นที่ดังกล่าวเหมาะต่อการเป็นต้นน้ำลำธารในระดับรองจากลุ่มน้ำชั้นที่ 1 สามารถนำพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นนี้ไปใช้ประโยชน์ที่สำคัญ เช่น การทำเหมืองแร่ เป็นต้น (Chankaeo, 2008) โดย

พื้นที่ดังกล่าวกำลังถูกบุกรุกอย่างรุนแรงจากการขยายพื้นที่เกษตรกรรม (Asanok and Lattirasuvan, 2015)

ปัจจุบันลุ่มน้ำแม่คำมีมีการใช้ที่ดินหลากหลาย เช่น ห้วยมป่า (remnant forest) เป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติที่ยังคงเหลืออยู่เป็นห้วยมหรือแหล่งเล็ก ๆ ท่ามกลางพื้นที่ที่ถูกใช้ประโยชน์อย่างเข้มข้น ห้วยมป่ามีบทบาทสำคัญในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นแหล่งพันธุกรรมของพืชและสัตว์พื้นถิ่น รวมทั้งยังช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศ ไร่ข้าวโพด (corn field) พื้นที่การเกษตรเชิงเดี่ยวที่มีการปลูกข้าวโพด (*Zea mays* L.) ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของเกษตรกร แต่การทำไร่ข้าวโพดต่อเนื่องมักก่อให้เกิดผลกระทบต่อสมบัติดิน เช่น การเสื่อมโทรมของดิน การสูญเสียอินทรีย์วัตถุ และการชะล้างพังทลายของหน้าดิน (Pansak et al., 2008; Lal, 2005) สวนปาล์ม (teak plantation) เป็นพื้นที่ปลูกไม้สัก (*Tectona* spp.) เพื่อการผลิตเชิงพาณิชย์หรือพื้นที่พืชรบอบนิเวศ มักปลูกในเขตร้อน โดยไม้สักมีคุณสมบัติทนทานต่อแดดและน้ำได้ดี ใช้ประโยชน์ในงานเฟอร์นิเจอร์และตกแต่งภายนอก (Pramono et al., 2011) สวนยางพารา (rubber plantation) เป็นพื้นที่ปลูกยางพารา (*Hevea brasiliensis*) เพื่อผลิตน้ำยางเป็นวัตถุดิบสำคัญในอุตสาหกรรมยางพารา สวนยางมีบทบาททางเศรษฐกิจสูง แต่ก็ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การลดความหลากหลายทางชีวภาพและการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน และสวนหลังบ้าน

(home garden) หรือ สวนบ้าน สวนรอบบ้าน เป็นรูปแบบการใช้ที่ดินแบบวนเกษตรหรือเกษตรป่าไม้ที่ยั่งยืน เพราะโครงสร้างของชนิดพืชมีความหลากหลายสูงและมีหลายชั้นเรือนยอด โดยเฉพาะสวนหลังบ้านในเขตร้อน ซึ่งเป็นรูปแบบการใช้ที่ดินที่เก่าแก่ที่สุด (Nair, 2001; Kumar and Nair, 2004) ซึ่งหลายพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติดิน

การศึกษานี้จึงได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินในพื้นที่การใช้ที่ดินที่แตกต่างกันและนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินในการใช้ที่ดินที่แตกต่างกันบริเวณลุ่มน้ำแม่คำต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

คัดเลือกพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลดินในสวนปาล์ม สวนหลังบ้าน สวนยางพารา ไร่ข้าวโพด และห้วยมป่า แปลงตัวอย่างละ 3 จุด รวมเป็น 15 จุด (Figure 1) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ดิน ประมาณ 1 กิโลกรัมต่อจุด โดยกำหนดจุดการเก็บตัวอย่างเป็น 5 แปลง ตามประเภทของการใช้ที่ดิน ได้แก่ ห้วยมป่า (remnant forest: RF) ไร่ข้าวโพด (corn field: CF) สวนปาล์ม (teak plantation: TP) สวนยางพารา (rubber plantation: RP) และสวนหลังบ้าน (home garden: HG)

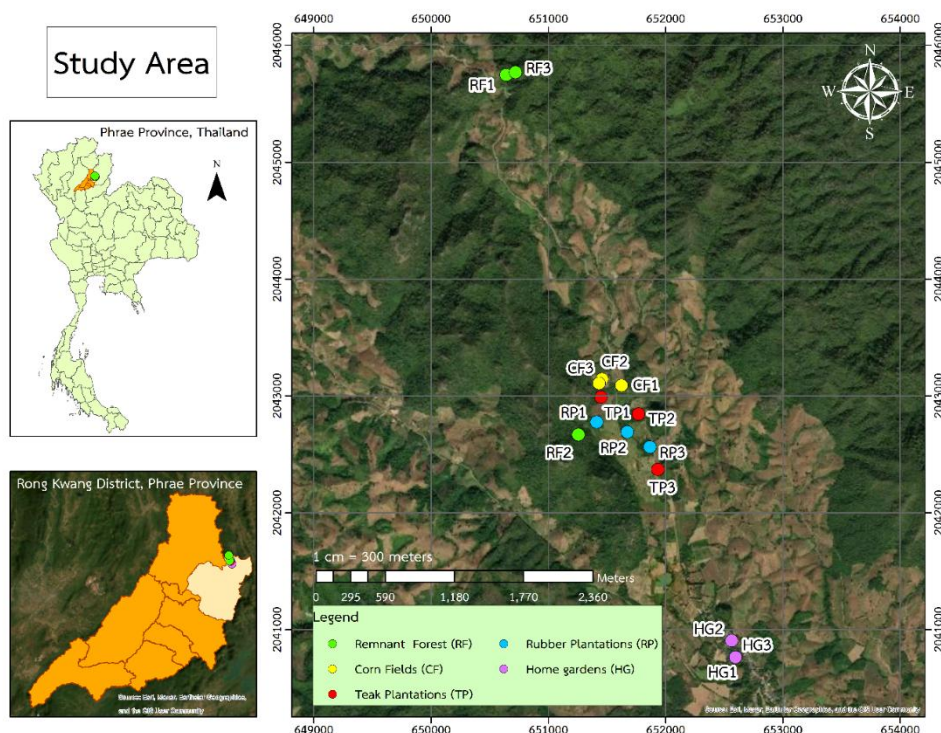


Figure 1 Sampling plots in the Mae Kham Mee Watershed area.

2. การเก็บข้อมูล

2.1 ข้อมูลทางกายภาพของดิน

1) เก็บข้อมูลความแข็งของดินในแนวดิ่งด้วยเครื่องมือ soil penetration tester บริเวณจุดกึ่งกลางแปลง

2) เก็บข้อมูลความแข็งดินในแนวนอน โดยวางแปลงขนาด 10x10 เมตร กำหนดจุดกึ่งกลางแปลง โดยให้แต่ละด้านห่างกัน 5 เมตร และทำการขุดหลุมลึกขนาด 30 เซนติเมตร ทำการวัดค่าความแข็งแนวนอนที่ระดับดินบนที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร และดินล่างที่ระดับความลึก 20-25 เซนติเมตร ด้วยเครื่องมือวัดค่าความแข็งของดินในแนวนอน (Yamanaka-type push cone penetrometer) (Sakurai *et al.*, 1995)

3) เก็บตัวอย่างดิน 3 แปลงต่อประเภทพื้นที่ และเก็บ 3 จุดต่อแปลง ที่ระดับดินบนระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร และดินล่างระดับความลึก 20-25 เซนติเมตร (Figure 2) โดยเก็บตัวอย่างดินในถุงหรือภาชนะที่สะอาดและปิดสนิท ระบุข้อมูลสถานที่ วันที่เก็บ และความลึก เพื่อการติดตามและวิเคราะห์ที่แม่นยำ สำหรับวิเคราะห์ค่าความชื้นและความหนาแน่นของดิน

2.2 ข้อมูลทางเคมีของดิน

การเก็บข้อมูลทางเคมีของดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินรวมกัน 5 จุดในแต่ละแปลง แบ่งเป็นการเก็บดินบนระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร และดินล่างระดับความลึก 20-25 เซนติเมตร ในประเภทพื้นที่ละ 6 ตัวอย่าง จำนวน 3 แปลงตัวอย่าง ในพื้นที่ทั้งหมด 5 ประเภท รวมทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัมต่อจุด (Figure 2)

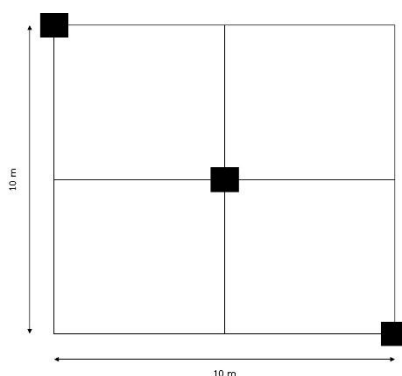


Figure 2 Sample plot design for soil collection used in the analysis to determine soil physical and chemical properties.

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 สมบัติของดินทางกายภาพ

วิเคราะห์ข้อมูลดินด้านความแข็ง (soil hardness) ด้วยเครื่องมือ soil penetration tester และความชื้นของดิน (soil moisture) ด้วยวิธีการอบ (oven-dry method) นำตัวอย่างดินไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักคำนวณความชื้นในดินเป็นเปอร์เซ็นต์เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าการกระจายของข้อมูลด้วยค่าสถิติ F-Test

3.2 ข้อมูลคุณสมบัติของดินทางเคมี

นำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ข้อมูลทางเคมีในห้องปฏิบัติการกลาง มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน

(N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) และธาตุอาหารรอง ได้แก่ ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (organic carbon) และปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และความเป็นกรด - ด่าง (pH)

3.3 วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของสมบัติของดินในพื้นที่การใช้ที่ดินที่แตกต่างกันด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป กำหนดความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แบบ One-way ANOVA ตามทฤษฎีของ Duncan's Multiple Range Test

3.4 ความสัมพันธ์ของสมบัติดินและการใช้ที่ดิน

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสมบัติของดินในพื้นที่การใช้ที่ดินที่แตกต่างกันในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่คำมี โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Principal component analysis (PCA)

ผลและวิจารณ์

1. สมบัติทางกายภาพของดินในพื้นที่การใช้ที่ดินที่แตกต่างกันบริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี

1.1 เนื้อดิน (soil texture)

เนื้อดินในพื้นที่การใช้ที่ดินที่แตกต่างกันบริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี พบว่า หย่อมป่าพบเนื้อดินที่หลากหลายมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ เช่น ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) และดินร่วนปนดินเหนียว (clay loam) เป็นต้น แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์และสมดุลตามธรรมชาติไม่มีการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่วนไร่ข้าวโพดมีดินเนื้อหยาบขึ้น เช่น ดินเหนียวปนทราย (sandy clay) เป็นต้น ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) เนื่องจากการไถพรวนและพืชเชิงเดี่ยวส่งผลให้ดินเสื่อมโทรม ในสวนป่าสักพบดินเหนียวระดับปานกลาง เช่น ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) ดินเหนียวปนทราย (sandy clay) เป็นต้น เนื่องจากการปลูกไม้ยืนต้นที่ไม่มีการคลุมดินและปลูกเป็นระยะเวลานาน ขณะที่สวนยางพารามีเนื้อดินเหนียว เช่น ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) ดินร่วนปนดินเหนียว (clay loam) เป็นต้น พื้นที่ที่มีการคลุมดินด้วยใบยางทำให้ดินอุ้มน้ำและรักษาโครงสร้างได้ดี ส่วนในสวนหลังบ้านพบดินหยาบ เช่น ดินทรายปนดินร่วน (loamy sand) ดินเหนียวปนทราย (sandy clay) เป็นต้น เนื่องจากการปรับถมหรือใช้ดินไม่เป็นระบบซึ่งอาจส่งผลต่อการอุ้มน้ำและความอุดมสมบูรณ์ต่ำได้ สำหรับลักษณะของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่คำในแต่ละการใช้ที่ดิน จากการตรวจสอบชุดดินด้วยแผนที่ชนิดดินของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่า หย่อมป่าชุดดินเป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (กลุ่มชุดดินที่ 62) ซึ่งเป็นกลุ่มชุดดินที่ไม่ได้รับการจำแนกและมีข้อจำกัดด้านความลาดชันที่สูงมาก ส่วนไร่ข้าวโพดและสวนยางพาราเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนกรวดในชุดดินลี ซึ่งเป็นดินร่วนปนเหนียวที่มีคุณภาพดินดี เหมาะสำหรับการเกษตรและป่าไม้ หากได้รับการจัดการที่เหมาะสมสามารถรักษาความอุดมสมบูรณ์และความสามารถในการกักเก็บน้ำได้ดี เนื่องจากมีลักษณะดินต้นมีชั้นเศษหินหนาแน่นขัดขวางการเจริญเติบโตของรากพืช ทำให้พืชไม่สามารถหยั่งรากลึกได้ดีและเสี่ยงต่อการขาดน้ำได้ง่ายในฤดูแล้ง ส่วนสวนยางพาราและสวนหลังบ้านเป็นดินร่วนปนดินเหนียวอยู่ในชุดดินวังสะพุงมักใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่บางชนิด เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง ถั่ว และสวนผลไม้บางชนิด เช่น มะม่วง มะขาม ลำไย เป็นต้น (Office of Soil Survey and Land Use Planning, 2005)

1.2 ความแข็งของดินในแนวตั้ง (vertical soil hardness)

หย่อมป่า (RF) ดัง Figure 3 (a) พบว่า RF1 และ RF3 มีชั้นดินปานกลางเฉพาะช่วงต้น 0-9 และ 0-3 เซนติเมตร

ก่อนจะเปลี่ยนเป็นดินแข็งและดินแข็งมากในระดับลึก ขณะที่ RF2 มีดินแข็งมากต่อเนื่องตั้งแต่ผิวดินถึง 30 เซนติเมตร และบางช่วงมีโพรงในชั้นดินทำให้ค่าความแข็งสูงเฉพาะจุด สอดคล้องกับ Somprakon *et al.* (2024) ที่พบว่าดินในหย่อมป่ามีความแข็งตั้งแต่ระดับต้น เนื่องจากไม่ถูกรบกวนการใช้ที่ดิน

ไร่ข้าวโพด (CF) ดัง Figure 3 (b) พบว่า ทั้งสามจุด (CF1-CF3) มีชั้นดินแข็งอยู่ตั้งแต่ผิวดินถึงระดับ 6–9 เซนติเมตร และเป็นดินแข็งมากตั้งแต่ระดับ 7-10 เซนติเมตรลงไป ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของพื้นที่เกษตรที่มีการไถพรวนบ่อย ใช้เครื่องจักรหนัก และมีการเผาตอซัง ทำให้เกิดชั้นดานและดินอัดแน่นในชั้นดินไถพรวน สอดคล้องกับ Wiriakitchanathikul and Kerdchana (2016)

สวนป่าสัก (TP) ดัง Figure 3 (c) มีลักษณะคล้ายไร่ข้าวโพด โดยมีชั้นดินแข็งตั้งแต่ 0 - 8 เซนติเมตร และเป็นดินแข็งมากในระดับลึก เนื่องจากชั้นดินต้น มีลูกรัง กรวด หรือเศษหิน และอาจพบชั้นดานหรือชั้นหินพื้นภายใน 50 เซนติเมตร ส่งผลให้พื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและเกิดการชะล้างง่าย โดยเฉพาะพื้นที่ลาดชัน

สวนยางพารา (RP) ดัง Figure 3 (d) พบว่า RP1 และ RP2 เป็นดินแข็งตั้งแต่ผิวดิน ส่วน RP3 เป็นดินแข็งต้น ๆ ตั้งแต่ 0-4 เซนติเมตร และเป็นดินแข็งมากในชั้นลึกสาเหตุมาจากชั้นดินต้นคล้ายกับไร่ข้าวโพดและสวนป่าสัก

สวนหลังบ้าน (HG) ดัง Figure 3 (e) ซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำ พบความแข็งของดินต่ำกว่าพื้นที่อื่นอย่างชัดเจน โดย GH1 และ GH3 มีดินอ่อนถึงระดับลึกตั้งแต่ 0-76 และ 0-3 เซนติเมตร และมีความแข็งระดับปานกลางในชั้นล่าง ขณะที่ GH2 มีแค่ชั้นต้นที่เป็นดินแข็ง ตั้งแต่ 0-3 เซนติเมตร ก่อนที่ชั้นล่างจะเป็นดินแข็งมาก ลักษณะนี้สอดคล้องกับการเป็นพื้นที่ราบและสะสมตะกอนของลุ่มน้ำแม่คำมี

ผลการศึกษาพบว่าสวนป่าสักมีความแข็งของดินที่ใกล้เคียงกับไร่ข้าวโพด เนื่องจากสวนป่าสักอยู่บริเวณตอนล่างของความลาดชันในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 2 และไร่ข้าวโพดพื้นที่อยู่บริเวณที่ราบบนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 5 สอดคล้องกับการศึกษาของ Lattirasuvan *et al.* (2020) อธิบายว่า พื้นที่ลุ่มน้ำแม่คำมี มีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 2 มีค่ามากที่สุด (คิดเป็นร้อยละ 27.40 ของพื้นที่) รองลงมาเป็นชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 5 และชั้น 1A ตามลำดับ อีกทั้งมีลักษณะของลุ่มน้ำรูปร่างของลุ่มน้ำค่อนข้างไปทางรูปสี่เหลี่ยม ความหนาแน่นของการระบาย (drainage density) เท่ากับ 0.44 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการระบายน้ำมีลักษณะการระบายดีมาก เมื่อฝนตกปริมาณน้ำจะไหลลงสู่ลำธารหลักอย่างรวดเร็วจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีจุดสูงสุดสู่ทิศตะวันตกเฉียงใต้ไหลลงสู่แม่น้ำยม

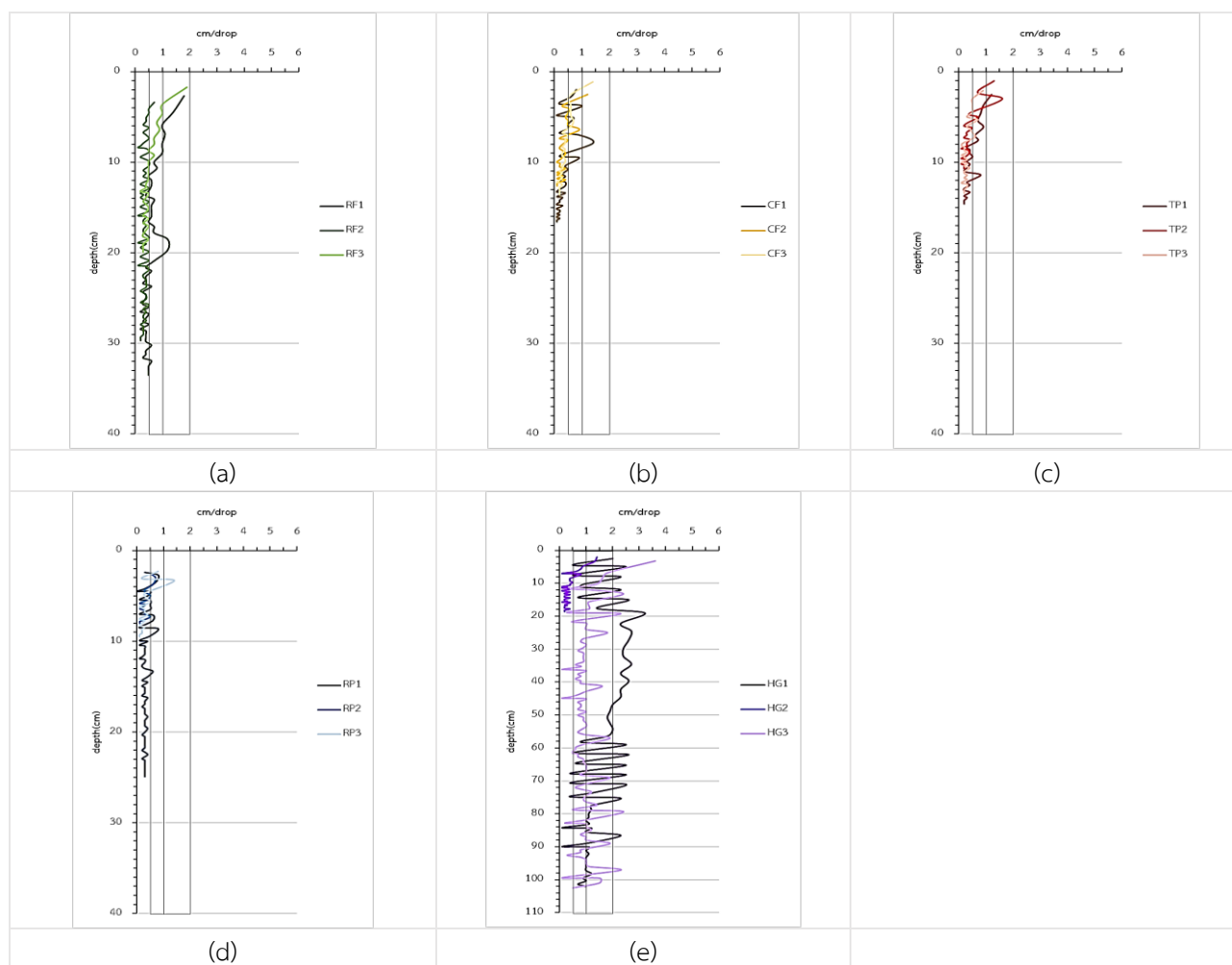


Figure 3 Comparison of vertical soil hardness in different land use in the Mae Kham Mee Watershed; (a) remnant forest, (b) corn field, (c) teak plantation, (d) rubber plantation, and (e) home garden.

1.3 ความแข็งของดินในแนวราบ (horizontal soil hardness)

การศึกษาใช้เครื่องมือ Yamanaka - type Push Cone Penetrometer พบว่า ความแข็งดินที่ระดับดินบน พื้นที่ที่มีความแข็งของดินในแนวราบสูงสุดคือ สวนป่าสัก รองลงมาคือ ไร่ข้าวโพด สวนยางพารา หย่อมป่า และสวนหลังบ้าน มีค่า 25.85 ± 1.49 25.78 ± 3.56 25.17 ± 2.56 19.89 ± 1.07 และ 18.43 ± 6.40 มิลลิเมตร ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p\text{-value} = 0.071$) และความแข็งดินที่บน พื้นที่ที่มีความแข็งของดินในแนวราบสูงสุดคือ สวนป่าสัก รองลงมาคือ ไร่ข้าวโพด สวนยางพารา หย่อมป่า และสวนหลังบ้าน มีค่า 27.17 ± 1.11 26.30 ± 1.56 25.78 ± 1.39 20.26 ± 2.13 และ 20.30 ± 4.72 มิลลิเมตร ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value} = 0.014$) (Table 1)

1.4 ความชื้นของดิน (soil moisture)

ดินบน พื้นที่ที่มีความชื้นสูงสุดคือ หย่อมป่า รองลงมาคือ สวนหลังบ้าน สวนยางพารา สวนป่าสัก และไร่ข้าวโพด มีค่า 20.63 ± 2.45 16.04 ± 3.69 13.91 ± 7.95 9.97 ± 1.31 และ 8.55 ± 2.17 ร้อยละต่อน้ำหนัก ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value} = 0.036$) และความชื้นของดินล่าง พื้นที่ที่มีความชื้นสูงสุดคือ สวนหลังบ้าน รองลงมาคือ หย่อมป่า สวนยางพารา สวนป่าสัก และไร่ข้าวโพด มีค่า 20.66 ± 5.24 17.82 ± 1.37 17.48 ± 6.70 14.11 ± 2.51 และ 13.03 ± 1.41 ร้อยละต่อน้ำหนัก ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p\text{-value} = 0.222$) (Table 1) จากผลการศึกษาพบว่าความชื้นของดินล่างมักมีความคงตัวสูงกว่า เนื่องจากอยู่ใต้ชั้นผิวดินโดยตรงทำให้ได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศและการระเหยน้อยกว่าดินบน ดังนั้นความแตกต่างของความชื้นระหว่างพื้นที่ใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ในดินล่างจึงลดลง ทำให้ไม่ปรากฏความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ดินบนมีความชื้นแตกต่างกัน

ชัดเจน สอดคล้องกับ Wannawong (2001) พบว่าความชื้นดินมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามระดับความลึกดิน เนื่องจากความชื้นดินมีความผันแปรอยู่ตลอดเวลาเป็นผลจากสภาพอากาศ ลักษณะการใช้ที่ดิน สิ่งปกคลุมดิน สมบัติดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่แตกต่างกัน รวมถึงสภาพภูมิประเทศ โดยพื้นที่ที่มีพืชคลุมดินหนาแน่นและอินทรีย์วัตถุสูง เช่น หยมป่า และสวนหลังบ้าน สามารถรักษาความชื้นไว้ได้ดีทั้งในชั้นบนและชั้นล่าง ในทางตรงข้ามกันไร่ข้าวโพดมีการไถพรวนบ่อยหรือรากพืชน้อย และสวนป่าสักมีการจัดการเชื้อเพลิงด้วยการเผาทำให้ความชื้นในดินบนสูญเสียเร็ว ดังนั้นหยมป่าและสวนหลังบ้านมีศักยภาพในการรักษาความชื้นดินสูง ขณะที่พื้นที่เกษตรกรรมบางประเภทมีแนวโน้มสูญเสียความชื้นเร็ว ซึ่งสะท้อนถึงความสำคัญของการจัดการดินและการรักษาความชื้นในพื้นที่เกษตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและความอุดมสมบูรณ์ของดิน สอดคล้องกับการศึกษาของ Kassie *et al.* (2025) อธิบายว่า ดินในป่าธรรมชาติมีความชื้นสูงเมื่อเปรียบเทียบกับทุ่งหญ้าและพื้นที่เกษตรกรรม โดยการเปลี่ยนป่าไม้ธรรมชาติเป็นประเภทการใช้ที่ดินอื่นส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

1.5 ความหนาแน่นของดิน (soil bulk density)

ดินบน พื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูงสุดคือ สวนป่าสัก รองลงมาคือ ไร่ข้าวโพด สวนหลังบ้าน สวนยางพารา และหยมป่า มีค่า 1.25 ± 0.03 1.18 ± 0.06 1.17 ± 0.08 1.11 ± 0.15 และ 0.85 ± 0.18 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ และดินล่าง พื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูงสุดคือ สวนหลังบ้าน รองลงมาคือ ไร่ข้าวโพด สวนป่าสัก สวนยางพารา และหยมป่า มีค่า 1.24 ± 0.09 1.23 ± 0.08 1.17 ± 0.03

1.12 ± 0.22 และ 0.97 ± 0.11 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ (Table 1) จากผลการศึกษาความหนาแน่นของดินในพื้นที่การใช้ที่ดินต่างกันพบว่า ดินบนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p -value = 0.015) โดยสวนป่าสักและไร่ข้าวโพดมีค่าความหนาแน่นสูงที่สุด ขณะที่หยมป่ามีค่าต่ำที่สุดแสดงถึงผลกระทบของการรบกวนดินและการจัดการพื้นที่ที่แตกต่างกัน สวนป่าสักและไร่ข้าวโพดมักมีการไถพรวน การใช้เครื่องจักร หรือการเผาวัสดุอินทรีย์วัตถุ ทำให้โครงสร้างดินถูกทำลาย เกิดการอัดตัว และมีช่องว่างอากาศลดลง ส่งผลให้ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามหยมป่าซึ่งไม่ถูกรบกวนและมีอินทรีย์วัตถุสะสมสูงจากเศษใบและซากพืช มีโครงสร้างดินดีและความพรุนมาก จึงมีค่าความหนาแน่นต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับหลักการที่ว่าอินทรีย์วัตถุช่วยลดความหนาแน่นและเพิ่มความสามารถในการจับตัวของดิน (Land Development Department, 2024) สำหรับดินล่างแม้ค่าความหนาแน่นจะสูงขึ้นเล็กน้อยในบางพื้นที่ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p -value = 0.118) เนื่องจากดินล่างมีอินทรีย์วัตถุน้อยกว่าและถูกอัดตัวตามธรรมชาติจากน้ำหนักของดินบน จึงมีความแตกต่างระหว่างพื้นที่น้อยกว่าดินบน โดยรวมค่าความหนาแน่นที่พบในพื้นที่วิจัยส่วนใหญ่ยังอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ซึ่งไม่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของรากพืช อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่มีค่าความหนาแน่นสูง เช่น สวนป่าสักและไร่ข้าวโพด มีแนวโน้มเสี่ยงต่อการซึมผ่านน้ำต่ำ การไหลบ่าผิวดินสูง และการชะล้างพังทลายมากขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ลาดชันของกลุ่มน้ำแม่คำมี จึงควรส่งเสริมมาตรการลดการอัดตัวของดิน เช่น การเพิ่มอินทรีย์วัตถุ การใช้พืชคลุมดิน การลดความเร็วในการไถพรวนเพื่อรักษาคุณภาพดิน เป็นต้น

Table 1 Physical soils properties under different land use types in the Mae Kham Mee Watershed.

Physical soils properties	Remnant forest	Corn field	Teak plantation	Rubber plantation	Home garden	Mean	P-value
<u>surface soil (0-5 cm)</u>							
1. soil hardness (cm)	19.89±1.07 ^{ab}	25.78±3.56 ^b	25.85±1.49 ^b	25.17±2.56 ^{ab}	18.43±6.40 ^a	23.02	0.071 ^{ns}
2. soil moisture (% by weight)	20.63±2.45 ^b	8.55±2.17 ^a	9.97±1.31 ^a	13.91±7.95 ^{ab}	16.04±3.69 ^{ab}	13.82	0.036 [*]
3. soil bulk density (g /cm ³)	0.85±0.18 ^a	1.18±0.06 ^b	1.25±0.03 ^b	1.11±0.15 ^b	1.17±0.08 ^b	1.12	0.015 [*]
<u>subsurface soil (20-25 cm)</u>							
1. soil hardness (cm)	20.26±2.13 ^a	26.30±1.56 ^b	27.17±1.11 ^b	25.78±1.39 ^b	20.30±4.72 ^a	23.96	0.014 [*]
2. soil moisture (% by weight)	17.82±1.37	13.03±1.41	14.11±2.51	17.48±6.70	20.66±5.24	16.62	0.222 ^{ns}
3. soil bulk density (g /cm ³)	0.97±0.11 ^a	1.23±0.08 ^b	1.17±0.03 ^{ab}	1.12±0.22 ^{ab}	1.24±0.09 ^b	1.15	0.118 ^{ns}

Remarks: * = significant at a level of confidence interval of 95%.

2. สมบัติทางเคมีของดิน

2.1 ความเป็นกรดด่าง (pH)

ดินบน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.84 พื้นที่ที่มีค่าสูงสุดคือ หย่อมป่า รองลงมาคือ สวนหลังบ้าน สวนป่าสัก ไร่ข้าวโพด และสวนยางพารา มีค่า 6.75 ± 0.55 6.14 ± 0.07 5.60 ± 0.22 5.49 ± 0.14 และ 5.31 ± 0.22 ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p -value = 0.001) และค่าของดินล่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.86 พื้นที่ที่มีค่าสูงสุดคือ หย่อมป่า รองลงมาคือ สวนหลังบ้าน ไร่ข้าวโพด สวนป่าสัก และสวนยางพารา มีค่า 6.59 ± 0.59 6.28 ± 0.06 5.65 ± 0.20 5.39 ± 0.36 และ 5.30 ± 0.20 ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p -value = 0.003) โดยค่า pH ของดินในทุกพื้นที่อยู่ในช่วงกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง มีค่าระหว่าง 5.30 - 6.75 โดยหย่อมป่ามีค่า pH สูงสุดทั้งในดินบนและดินล่าง แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์และการถูกรบกวนน้อย สอดคล้องกับการศึกษาของ Ewunetu *et al.* (2025) พบว่าค่า pH ที่สูงกว่าในป่าธรรมชาติอาจเกิดจากการสะสมอินทรีย์วัตถุและกระบวนการหมุนเวียนธาตุอาหารที่ช่วยรองรับหรือดูดซับความเป็นกรดของดิน ส่วนสวนหลังบ้าน ไร่ข้าวโพด สวนยางพารา และสวนป่าสักมีค่า pH ต่ำกว่า อาจเกิดจากการใช้ที่ดินอย่างต่อเนื่อง การใส่ปุ๋ยเคมี และการสูญเสียอินทรีย์วัตถุ การที่ดินมีความเป็นกรดส่งผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช ดังนั้นพื้นที่ที่มีค่า pH ต่ำควรได้รับการปรับปรุงด้วยการใส่ปูนและเพิ่มอินทรีย์วัตถุเพื่อฟื้นฟูความสมบูรณ์ของดินและเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของพืช

2.2 ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (organic carbon)

ดินบน มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์เฉลี่ย 2.09 ร้อยละของน้ำหนัก พื้นที่ที่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สูงสุดคือ หย่อมป่า รองลงมาคือ สวนหลังบ้าน สวนป่าสัก สวนยางพารา และไร่ข้าวโพด มีปริมาณเท่ากับ 3.25 ± 0.45 2.14 ± 0.70 2.12 ± 0.27 1.77 ± 0.25 และ 1.19 ± 0.13 ร้อยละของน้ำหนัก ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p -value = 0.002) ส่วนดินล่าง มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์เฉลี่ย 1.24 ร้อยละของน้ำหนัก พื้นที่ที่มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สูงสุดคือ หย่อมป่า รองลงมาคือ สวนป่าสัก สวนยางพารา ไร่ข้าวโพด และสวนหลังบ้าน มีปริมาณเท่ากับ 2.04 ± 0.51 1.19 ± 0.22 1.06 ± 0.29 0.92 ± 0.16

และ 0.90 ± 0.39 ร้อยละของน้ำหนัก ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p -value = 0.013) ผลการศึกษาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินแสดงให้เห็นว่า หย่อมป่ามีค่าคาร์บอนอินทรีย์สูงสุดทั้งในดินบนและดินล่าง ซึ่งแสดงถึงสภาพการใช้ที่ดินที่ยังคงความเป็นธรรมชาติ มีการสะสมอินทรีย์วัตถุจากเศษใบไม้ เศษซากพืชและการย่อยสลายของอินทรีย์สารที่ต่อเนื่อง สอดคล้องกับ Don *et al.* (2011) ที่พบว่าการเปลี่ยนพื้นที่ป่าธรรมชาติไปสู่อพื้นที่เกษตรกรรมทำให้คาร์บอนอินทรีย์ลดลง เนื่องจากการสูญเสียแหล่งอินทรีย์วัตถุและการเพิ่มการสลายตัวของคาร์บอนในดินจากการไถพรวน ในทางตรงกันข้ามไร่ข้าวโพดมีค่าคาร์บอนอินทรีย์ต่ำที่สุดซึ่งสอดคล้องกับข้อเท็จจริงที่ว่า การเกษตรเชิงเดี่ยวและการไถพรวนบ่อยครั้งเป็นปัจจัยที่เร่งการชะล้างอินทรีย์วัตถุและทำให้เกิดการออกซิเดชัน (oxidation) ของคาร์บอนสูงขึ้น สอดคล้องกับ Lal (2005) ระบุว่า การไถพรวนทำลายโครงสร้างดิน ทำให้จุลินทรีย์ย่อยสลายคาร์บอนอินทรีย์ได้เร็วขึ้นนำไปสู่การปลดปล่อยคาร์บอนกลับสู่ชั้นบรรยากาศ

2.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter)

ดินบน มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์เฉลี่ย 3.61 ร้อยละของน้ำหนัก พื้นที่ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุดคือ หย่อมป่า รองลงมาคือ สวนหลังบ้าน สวนป่าสัก สวนยางพารา และไร่ข้าวโพด มีปริมาณเท่ากับ 5.60 ± 0.78 3.69 ± 1.21 3.65 ± 0.46 3.05 ± 0.44 และ 2.06 ± 0.22 ร้อยละของน้ำหนัก ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p -value = 0.002) ส่วนดินล่าง มีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์เฉลี่ย 2.14 ร้อยละของน้ำหนัก พื้นที่ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุดคือ หย่อมป่า รองลงมาคือ สวนป่าสัก สวนยางพารา สวนหลังบ้าน และไร่ข้าวโพด มีปริมาณเท่ากับ 3.52 ± 0.89 2.06 ± 0.38 1.84 ± 0.50 1.68 ± 0.67 และ 1.59 ± 0.27 ร้อยละของน้ำหนัก ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p -value = 0.013) ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus)

ดินบน มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 14.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุดคือ สวนหลังบ้าน รองลงมาคือ ไร่ข้าวโพด พื้นที่สวนป่าสัก สวนยางพารา

และหย่อมป่า มีปริมาณเท่ากับ 29.88 ± 21.58 16.62 ± 3.29 15.36 ± 13.06 6.15 ± 1.81 และ 5.74 ± 2.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p\text{-value} = 0.140$) ส่วนดินล่างมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 6.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงสุดคือ ไร่ข้าวโพด รองลงมาคือ สวนหลังบ้าน หย่อมป่า สวนยางพารา และสวนปาล์ม 13.66 ± 2.53 10.20 ± 7.16 3.93 ± 1.54 3.08 ± 1.72 และ 2.49 ± 0.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value} = 0.011$) สอดคล้องกับ Somprakon *et al.* (2024) ที่พบว่าป่าธรรมชาติและป่าฟื้นฟูในภาคเหนือมีอินทรีย์วัตถุสูงกว่าไรเกษตรอย่างมีนัยสำคัญ และ Singtana *et al.* (2024) พบว่าลักษณะดินเขตร้อนเมื่อมีการย่อยสลายจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในดินบน ดังนั้นอินทรีย์วัตถุจึงมีการสะสมอยู่ในดินบนมากกว่าดินล่าง

2.5 ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable sodium)

ดินบน มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 4.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ที่มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดคือ สวนยางพารา รองลงมาคือ หย่อมป่า สวนหลังบ้าน ไร่ข้าวโพด และพื้นที่สวนปาล์ม มีปริมาณเท่ากับ 9.62 ± 15.32 5.13 ± 3.53 4.60 ± 2.49 2.85 ± 1.18 และ 1.25 ± 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p\text{-value} = 0.683$) ส่วนดินล่าง มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยเท่ากับ 7.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ที่มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดคือ สวนหลังบ้าน รองลงมาคือ หย่อมป่า สวนยางพารา ไร่ข้าวโพด และพื้นที่สวนปาล์ม มีปริมาณเท่ากับ 17.77 ± 26.46 7.70 ± 4.34 7.00 ± 11.73 2.17 ± 1.36 และ 1.38 ± 1.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p\text{-value} = 0.583$) ผลการศึกษาพบว่าปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ทั้งในดินบนและดินล่างมีค่าอยู่ในระดับต่ำมากและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างประเภทการใช้ที่ดิน ซึ่งแสดงถึงลักษณะทั่วไปของดินพื้นที่สูงภาคเหนือที่มีการชะล้างสูงและสะสมโซเดียมตามธรรมชาติ โดยค่าโซเดียมในสวนยางพาราและหย่อมป่ามีแนวโน้มสูงกว่าพืชไร่เล็กน้อย อาจเกิดจากการหมุนเวียนอินทรีย์วัตถุและระบบรากลึก

ของไม้ยืนต้น ขณะที่ไร่ข้าวโพดและสวนปาล์มมีค่าต่ำจากการเปิดหน้าดินและการชะล้างสูง สอดคล้องกับงานของ Wiriyakitchanathikul and Kerdchana (2016) กล่าวว่าโซเดียมเป็นธาตุเคลื่อนที่สูงและถูกชะล้างง่าย นอกจากนี้ความแปรปรวนที่พบสูงในบางพื้นที่ยังสนับสนุนผลของ Phankamolasil *et al.* (2024) ที่ชี้ว่าค่าสภาพดินโซดิก (sodic soils) และ โซเดียมในดินมักได้รับอิทธิพลจากจุลินทรีย์ดิน (soil microhabitat) มากกว่าปัจจัยการใช้ที่ดินโดยตรง

2.6 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium)

ดินบน มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 152.49 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดคือ หย่อมป่า รองลงมาคือ สวนหลังบ้าน สวนยางพารา พื้นที่สวนปาล์ม และไร่ข้าวโพด มีปริมาณเท่ากับ 207.30 ± 101.95 163.58 ± 86.67 161.03 ± 77.35 115.92 ± 53.46 และ 114.6 ± 36.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนดินล่าง มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 109.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดคือ สวนหลังบ้าน รองลงมาคือ หย่อมป่า ไร่ข้าวโพด สวนปาล์ม และสวนยางพารา มีปริมาณเท่ากับ 174.70 ± 119.30 144.35 ± 111.53 81.7 ± 13.02 76.03 ± 38.59 และ 68.93 ± 14.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ระดับปานกลางทั้งในดินบนและดินล่าง โดยดินบนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเนื่องจากลักษณะของดินพื้นที่สูงที่มีอินทรีย์วัตถุและแร่ดินเหนียวมากกว่าชั้นล่าง หย่อมป่าและสวนหลังบ้านจึงมีแนวโน้มค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าไร่ข้าวโพดและสวนปาล์ม แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนอาจจะได้รับอิทธิพลจากปัจจัยภายในดิน เช่น แร่ไมก้าและเฟลด์สปาร์ ซึ่งสามารถปลดปล่อยโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้มากกว่ารูปแบบการใช้ที่ดินเพียงอย่างเดียว ผลนี้สอดคล้องกับงานวิจัยในภาคเหนือที่พบว่าดินปลูกพืชไร่ยังรักษาระดับโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้แม้ไม่ใส่ปุ๋ยเป็นเวลานาน (Tanaka *et al.*, 2010; Nilawonk *et al.*, 2008) ขณะเดียวกันค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนในพื้นที่ศึกษาสูงกว่าดินนาสะท้อนศักยภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินพื้นที่สูง จึงควรติดตามปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนไม่ได้และการสูญเสียหน้าดินในระยะยาว

2.7 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable calcium)

ดินบน มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 2,373.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ที่มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดคือ ห้วยมป่า รองลงมาคือ สวนหลังบ้าน สวนยางพารา สวนป่าสัก และไร่ข้าวโพด มีปริมาณเท่ากับ $3,221.50 \pm 532.45$, $2,926.67 \pm 1,903.03$, $2,211.83 \pm 773.45$, $1,760.67 \pm 534.64$ และ $1,747.5 \pm 361.51$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p\text{-value} = 0.792$) ส่วนดินล่าง มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 1898.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ที่มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดคือ สวนหลังบ้าน รองลงมาคือ ห้วยมป่า ไร่ข้าวโพด สวนป่าสัก และสวนยางพารา มีปริมาณเท่ากับ $2,906.75 \pm 988.18$, $2,514.25 \pm 1,080.11$, $1,418.50 \pm 130.22$, $1,361.83 \pm 385.91$ และ $1,290.83 \pm 149.51$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p\text{-value} = 0.947$) จากผลการศึกษาพื้นที่ห้วยมป่าและสวนหลังบ้านมีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าไร่ข้าวโพดและสวนป่าสัก ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Yao *et al.* (2022) พบว่าปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนมีแนวโน้มลดลงตามระดับความเสื่อมโทรมของพื้นที่หญ้า โดยพื้นที่ที่คงสภาพธรรมชาติหรือได้รับการรบกวนน้อย เช่น ภูเขาธรรมชาติทุ่งหญ้า เป็นต้น มีค่าปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนสูงที่สุดในขณะที่พื้นที่เสื่อมโทรมหรือถูกรบกวน เช่น พื้นที่เหยียบย่ำโดยสัตว์ พื้นที่เกษตร เป็นต้น มีระดับปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนลดลงอย่างชัดเจน

2.8 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable magnesium)

ดินบน มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 199.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ที่มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดคือ ห้วยมป่า รองลงมาคือ สวนยางพารา สวนหลังบ้าน สวนป่าสัก และไร่ข้าวโพด มีปริมาณเท่ากับ 487.54 ± 96.84 , 168.83 ± 68.72 , 151.67 ± 60.04 , 119.67 ± 37.10 และ 68.83 ± 3.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p\text{-value} = 0.000$) ส่วนดินล่าง มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 147.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พื้นที่ที่มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดคือ ห้วยมป่า รองลงมาคือ สวนหลังบ้าน สวนยางพารา ไร่ข้าวโพด และสวนป่าสัก มีปริมาณเท่ากับ 324.01 ± 133.34 , 145.833 ± 18.61 , 102.17 ± 61.65 , 85.00 ± 11.43 และ 78.17 ± 19.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p\text{-value} = 0.006$) ผลการศึกษาพบว่าแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในพื้นที่ศึกษามีค่าในระดับปานกลางค่อนข้างสูง โดยห้วยมป่าให้ค่ามากที่สุดทั้งในดินบนและดินล่าง แสดงถึงความสำคัญของอินทรีย์วัตถุและกิจกรรมของระบบรากในพื้นที่ที่ถูกรบกวนน้อย ขณะที่ไร่ข้าวโพดและสวนป่าสักมีค่าแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำที่สุดเป็นผลจากการชะล้างสูงและการเปิดหน้าดินต่อเนื่องในพื้นที่ลาดชัน สอดคล้องกับ Ewunetu *et al.* (2025) พบว่า แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในพื้นที่ป่ามักสูงกว่าเกษตรกรรมเพราะมีอินทรีย์วัตถุและการผูกพันแร่ต่อเนื่อง แต่ในระบบเกษตรเชิงเดี่ยวแมกนีเซียมลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากการสูญเสียผ่านการชะล้างและการเก็บเกี่ยว

Table 2 Chemical soils properties under different land use types in the Mae Kham Mee Watershed.

Chemical soils properties	Remnant forest	Corn field	Eak plantation	Rubber plantation	Home garden	Mean	P-value
<u>surface soil (0-5 cm)</u>							
1. pH	6.75±0.55 ^c	5.49±0.14 ^a	5.60±0.22 ^a	5.31±0.22 ^a	6.14±0.07 ^b	5.84	0.001 [*]
2. organic carbon (%)	3.25±0.45 ^c	1.19±0.13 ^a	2.12±0.27 ^b	1.77±0.25 ^{ab}	2.14±0.70 ^b	2.09	0.002 [*]
3. organic matter (%)	5.60±0.78 ^c	2.06±0.22 ^a	3.65±0.46 ^b	3.05±0.44 ^{ab}	3.69±1.21 ^b	3.61	0.002 [*]
4. available phosphorus (P) (mg/kg)	5.74±2.07 ^a	16.62±3.29 ^{ab}	15.36±13.06 ^{ab}	6.15±1.81 ^a	29.88±21.58 ^b	14.75	0.140 ^{ns}
5. exchangeable sodium (Na) (mg/kg)	5.13±3.53	2.85±1.18	1.25±1.00	9.62±15.32	4.60±2.49	4.69	0.683 ^{ns}
6. exchangeable potassium (K) (mg/kg)	207.30±101.95	114.6±36.15	115.92±53.46	161.03±77.35	163.58±86.67	152.49	0.553 ^{ns}
7. exchangeable calcium (Ca) (mg/kg)	3,221.50±532.45	1,747.5±361.51	1,760.67±534.64	2,211.83±773.45	2,926.67±1,903.03	2,373.63	0.792 ^{ns}
8. exchangeable magnesium (Mg) (mg/kg)	487.54±96.84 ^b	68.83±3.33 ^a	119.67±37.10 ^a	168.83±68.72 ^a	151.67±60.04 ^a	199.31	0.000 [*]
<u>subsurface soil (20-25 cm)</u>							
1. pH	6.59±0.59 ^b	5.65±0.20 ^a	5.39±0.36 ^a	5.30±0.20 ^a	6.28±0.06 ^b	5.86	0.003 [*]
2. organic carbon (%)	2.04±0.51 ^b	0.92±0.16 ^a	1.19±0.22 ^a	1.06±0.29 ^a	0.90±0.39 ^a	1.24	0.013 [*]
3. organic matter (%)	3.52±0.89 ^{ab}	1.59±0.27 ^a	2.06±0.38 ^a	1.84±0.50 ^a	1.68±0.67 ^{bc}	2.14	0.013 [*]
4. available phosphorus (P) (mg/kg)	3.93±1.54 ^a	13.66±2.53 ^c	2.49±0.43 ^a	3.08±1.72 ^a	10.20±7.16 ^a	6.67	0.011 [*]
5. exchangeable sodium (Na) (mg/kg)	7.70±4.34	2.17±1.36	1.38±1.88	7.00±11.73	17.77±26.46	7.2	0.583 ^{ns}
6. exchangeable potassium (K) (mg/kg)	144.35±111.53	81.7±13.02	76.03±38.59	68.93±14.95	174.70±119.30	109.14	0.376 ^{ns}
7. exchangeable calcium (Ca) (mg/kg)	2,514.25±1,080.11	1,418.5±130.22	1,361.83±385.91	1,290.83±149.51	2,906.75±988.18	1,898.43	0.947 ^{ns}
8. exchangeable magnesium (Mg) (mg/kg)	324.01±133.34 ^b	85.00±11.43 ^a	78.17±19.62 ^a	102.17±61.65 ^a	145.833±18.61 ^a	147.04	0.006 [*]

Remarks: * = significant at a level of confidence interval of 95%.

3. ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินในพื้นที่การใช้ที่ดินที่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์ปัจจัยดินโดยวิเคราะห์แบบ PCA (principal component analysis) ด้วยปัจจัยทางกายภาพและทางเคมี จำนวน 11 ปัจจัย ได้แก่ ความแข็งของดิน (SH) ความชื้นของดิน (SM) ความหนาแน่นของดิน (BD) ความเป็นกรดต่าง (pH) ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (OC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Na) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Ca) และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Mg) ซึ่งพิจารณาตามระดับความลึกของดิน มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ดินบน (ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร)

ดินบนในพื้นที่ห้วยมป่ามีความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินในพื้นที่การใช้ที่ดินที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยปัจจัยดินที่แสดง

ความสัมพันธ์ในพื้นที่การใช้ที่ดินที่แตกต่างกันชัดเจนอย่างเพียงชนิดเดียวคือ ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Mg) ซึ่งเป็นธาตุอาหารรอง ต่อมาในสวนหลังบ้าน ปัจจัยดินที่แสดงออกอย่างชัดเจน ประกอบด้วยธาตุอาหารหลักคือ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) และธาตุอาหารรองคือ ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Na) รวมถึงยังมีปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งช่วยให้พืชดูดซึมธาตุอาหารได้ดี แต่ไม่ถือเป็นธาตุอาหารโดยตรง ได้แก่ ความชื้นของดิน (SM) พีเอช (pH) ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (OC) และปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) และสุดท้ายในไร่ข้าวโพด สวนป่าสัก และสวนยางพารา ปัจจัยดินที่แสดงออกอย่างชัดเจน ประกอบด้วยธาตุอาหารหลักคือ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K) และธาตุอาหารรองคือปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Ca) โดยมีปัจจัยดินด้านความแข็งของดิน (SH) และความหนาแน่นของดิน (BD) เป็นปัจจัยอื่น ๆ สนับสนุนความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินในการใช้ที่ดินที่แตกต่างกันบริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี (Figure 4)

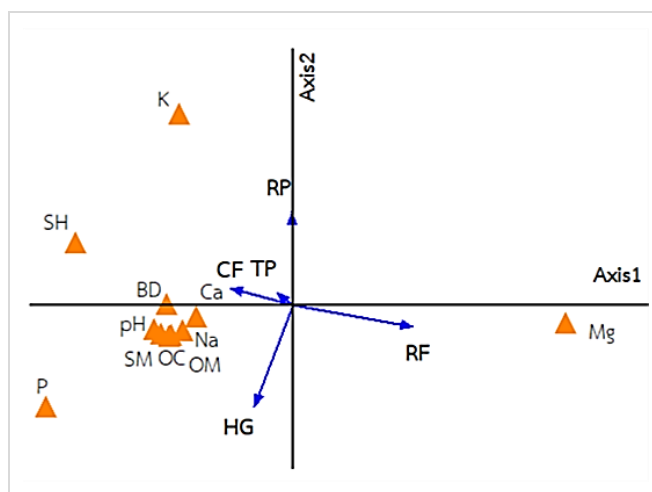


Figure 4 Relationship between soil properties and different land use types in surface soil (0–5 cm) based on principal component analysis (PCA).

3.2 ดินล่าง (ระดับความลึก 20-25 เซนติเมตร)

ห้วยมป่าไม่มีความแตกต่างมากนัก สำหรับปัจจัยดินที่แสดงออกชัดเจนอย่างเพียงชนิดเดียวคือ ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Mg) เช่นเดียวกับดินบน แสดงถึงสภาพดินล่างของห้วยมป่าค่อนข้างคงสภาพธรรมชาติ และมีธาตุอาหารพื้นฐานเพียงพอ ต่อมาสวนหลังบ้าน ปัจจัยดินที่แสดงออกอย่างชัดเจนประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K) ธาตุอาหารรอง ได้แก่ ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Na)

และปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Ca) และปัจจัยสนับสนุน ได้แก่ ความหนาแน่นของดิน (BD) พีเอช (pH) ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (OC) และปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ซึ่งในสวนหลังบ้านความสัมพันธ์ของปัจจัยดิน แสดงให้เห็นว่าพื้นที่มีดินอุดมสมบูรณ์มาก มีธาตุอาหาร K Na P และ OM สูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ ส่วนในสวนป่าสักและไร่ข้าวโพด ทั้งสองพื้นที่มีคุณสมบัติดินใกล้เคียงกัน ปัจจัยดินที่แสดงออกอย่างชัดเจน ได้แก่ ความแข็งของดิน (SH) ความชื้นของดิน (SM) ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติดินที่ไม่ใช่ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง อาจจะมี

สะท้อนให้เห็นถึงสภาพดินที่เริ่มเสื่อมโทรม สุดท้ายในสวนยางพารา มีคุณสมบัติแตกต่างจากพื้นที่อื่น ๆ แสดงให้

เห็นว่ามีความสัมพันธ์กับปัจจัยดินค่อนข้างน้อย มีธาตุอาหารที่ไม่โดดเด่นชัดเจน (Figure 5)

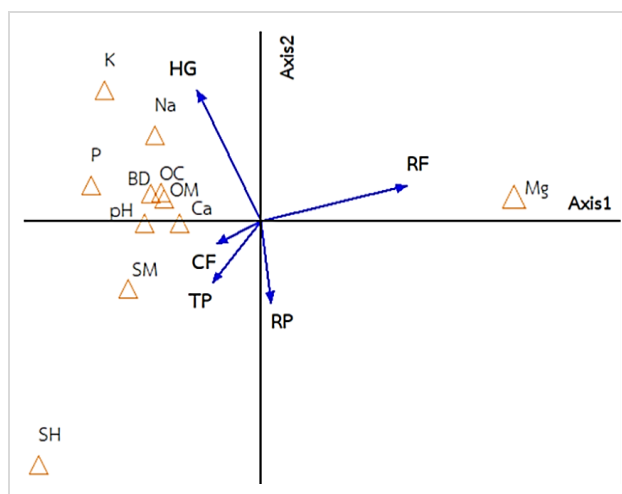


Figure 5 Relationships between soil properties and different land use types in subsurface soil (20–25 cm) based on principal component analysis (PCA).

สรุป

การศึกษาสถานภาพสมบัติดินในพื้นที่การใช้ที่ดินที่ต่างกันบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่ สามารถสรุปผลการศึกษได้ ดังต่อไปนี้

สมบัติทางกายภาพของดินในพื้นที่การใช้ที่ดินที่ต่างกันบริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี สรุปได้ว่า พื้นที่ดินบนในห้วยอมป่ามีค่าความชื้นในดินสูงและความหนาแน่นของดินต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่เกษตรกรรม เช่น ไร่ข้าวโพดและสวนปาล์ม ซึ่งมีความชื้นต่ำและความหนาแน่นของดินสูง แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการใช้ที่ดินต่อคุณภาพดิน ความแข็งแรงของดินในดินบนพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในดินล่าง พบว่าไร่ข้าวโพดและสวนปาล์มมีความแข็งแรงของดินสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงถึงการเกิดขึ้นหินดานจากการใช้เครื่องจักรกลและการจัดการดินที่ไม่เหมาะสม ค่าความแข็งแรงของดินในแนวตั้งแสดงให้เห็นว่าดินในพื้นที่เกษตรกรรมมีความแข็งแรงของดินบนหรือผิวดินลงไปถึงดินล่าง ขณะที่ห้วยอมป่ามีการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งแรงตามระดับความลึกอย่างเป็นธรรมชาติ แสดงให้เห็นว่าลักษณะการใช้ที่ดินส่งผลต่อสมบัติดินอย่างชัดเจน พื้นที่ที่มีการใช้เพื่อเกษตรกรรมมีแนวโน้มที่สมบัติดินจะเสื่อมโทรม ทั้งในด้านความชื้น ความแน่นและความแข็งแรงของดิน อาจส่งผลต่อการพัฒนาการของพืชและการอนุรักษ์ดินในระยะยาว

สมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่การใช้ที่ดินที่ต่างกันบริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี สรุปได้ว่าห้วยอมป่าเป็นพื้นที่ที่มีสมบัติทางเคมีของดินดีที่สุด ทั้งความเป็นกลางของพีเอช การสะสมอินทรีย์วัตถุ และความสมดุลของธาตุอาหาร สะท้อนถึงสภาพที่ถูกรบกวนน้อยและยังคงความเป็นธรรมชาติ ในขณะที่ไร่ข้าวโพดและสวนยางพารามีคุณภาพดินต่ำสุดจากการใช้ที่ดินอย่างต่อเนื่องและการจัดการที่ไม่คืนธาตุอาหารสู่ดิน การปรับปรุงพื้นที่เกษตรกรรมเน้นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุ เช่น การใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอกหรือการคลุมดิน รวมถึงการปรับปรุงความเป็นกรดด้วยการใส่ปูนเพื่อฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินในการใช้ที่ดินที่ต่างกันบริเวณลุ่มน้ำแม่คำมีของดินบนและดินล่าง สรุปได้ว่า ห้วยอมป่ามีสมบัติดินที่คงสภาพใกล้เคียงธรรมชาติทั้งสองระดับชั้นดิน แต่สวนหลังบ้านจะมีสมบัติดินที่ความอุดมสมบูรณ์สูงโดยเฉพาะชั้นล่างที่ซึ่งสะสมธาตุอาหารหลากหลายมากกว่าดินบน เมื่อเทียบกับไร่ข้าวโพดและสวนปาล์ม ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่าดินเริ่มมีสภาพเสื่อมโทรมมากขึ้นในชั้นล่าง คงเหลือเพียงสมบัติทางกายภาพของดินที่เด่นชัดในพื้นที่ แต่สภาพดินที่ด้อยคุณภาพทั้งบนและล่าง ซึ่งไม่พบธาตุอาหารที่ชัดเจนคือสวนยางพารา

จากผลการศึกษาดูแลจัดการดินในลุ่มน้ำแม่คำมีความมุ่งลดการอัดตัวของดิน เพิ่มอินทรีย์วัตถุ และฟื้นฟูคุณสมบัติดินในพื้นที่เกษตร เช่น ไร่ข้าวโพดและสวนปาล์ม

สัปดาห์ที่มีความชื้นต่ำ ความหนาแน่นสูง และธาตุอาหารเสื่อมโทรม ควรส่งเสริมพืชคลุมดิน ลดการไถพรวน และปรับปรุงความเป็นกรดของดินด้วยปูน ขณะที่ห้วยมป่าและสวนหลังบ้านควรรักษาสภาพดินที่สมบูรณ์ไว้ นำผลการวิจัยไปช่วยวางแผนการอนุรักษ์ดินและน้ำ รวมไปถึงพัฒนาการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืนในพื้นที่สูงได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

REFERENCES

- Asanok, L., Lattirasuvan, T. 2015. Tree species composition of plant communities in the Mae Kham Mee Watershed, Phrae Province. In: **Proceedings of the 5th National Forest Ecology Research Network Conference: Natural resource capital: Value, development, and conservation.** Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, National Park Innovation Institute. pp. 195-202. (in Thai)
- Chankaeo, K. 2008. **Principles of Watershed Management.** Kasetsart University Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Chen, S., Lin, B., Li, Y., Zhou, S. 2020. Spatial and temporal changes of soil properties and soil fertility evaluation in a large grain-production area of subtropical plain, China. **Geoderma**, 357(113937).
- Don, A., Schumacher, J., Freibauer, A. 2011. Impact of Tropical Land-Use Change on Soil Organic Carbon Stocks A Meta-Analysis. **Global Change Biology**, 17(4): 1658-1670.
- Ewunetu, T., Yihenew, G. S., Eyayu, M., Habtamu, A., Ashenafei, G. 2025. Soil properties under different land uses and slope gradients: Implications for sustainable land management in the Tach Karnuary watershed, Northwestern Ethiopia. **Journal of Environmental Sciences**, 13(1518068).
- Javed, A., Eeman, A., Khansaa, B. A., Asma, O., Samreen, R. 2022. Soil fertility: factors affecting soil fertility, and biodiversity responsible for soil fertility. **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences**, 12(1): 21-33.
- Kassie, A. A., Ahmed, S. A., Abdi A. B. 2025. Variations in Soil Properties Across Land Use Types in the Shemit Watershed, Northern Ethiopian. **Wiley Advances in Agriculture**, 2025(9313798).
- Kumar, B. M., Nair P. K. R. 2004. The enigma of tropical home gardens. **Agroforestry Systems**, 61: 135-152.
- Land Development Department. 2024. **Manual of Soil Physical Analysis.** Office of Land Development Science, Department of Land Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Lal, R. 2005. Soil erosion and carbon dynamics. **Soil and Tillage Research**, 81(2): 137-142.
- Lattirasuvan, T., Asanok, L., Mangkita, W., Yothaphakdee, T. and Kamtan, R. 2020. Structure and land use change in the Mae Kham Mee Watershed. In: **Proceedings of the 9th National Forest Ecology Research Network Conference.** Faculty of Forestry, Kasetsart University. (in Thai)
- Lema, B., Mesfin, S., Kebede, F., Abraha, Z., Fitiwy, I., Haileselassie, H. 2019. Evaluation of soil physical properties of long-used cultivated lands as a deriving indicator of soil degradation, north Ethiopia. **Physical Geography**, 40(4): 323-338.
- Nair, P. K. R. 2001. Do tropical home gardens elude science, or is it the other way around?. **Agroforestry Systems**, 53: 239-245.

- Nilawonk, W., Attanandana, T., Phonphoem, A., Yost, R., Shuai, X. 2008. Potassium Release in Representative MaizeProducing Soils of Thailand. **Soil Science Society of America Journal**, 72(3): 791-797.
- Office of Soil Survey and Land Use Planning. 2005. **The Wonders of Soil**. Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. (in Thai)
- Pansak, W., Hilger, T. H., Dercon, G., Kongkaew, T., Cadisch, G. 2008. Changes in the relationship between soil erosion and N loss pathways after establishing soil conservation systems in uplands of Northeast Thailand. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 128(3): 167-176.
- Phankamolsil, N., Tengprasert, T., Kheoruenromne, I., Phankamolsil, Y., Gilkes, R.J., Sonsri, K. 2024. Interactive influences of salinity and sodicity levels on depth-wise soil organic matter and micronutrient elements in Thailand. **Environmental Research Communications**, 6(2024): 045008.
- Pramono, I. B., Roshetko, J. M., Manurung, G. E. S. 2011. Smallholder teak plantations in Gunungkidul, Indonesia: Productivity and profitability. **International Journal of Forestry Research**, 2010, 1-11.
- Sakurai, K., Puriyakorn, B., Preechapanya, P., Tanpibal, V., Muangnil, K., Prachaiyo, B. 1995. Improvement of biological productivity in degraded lands in Thailand III. **Tropics**, 4(2/3): 151-172.
- Singtana, K., Piankhit, P., Phongkaranyapas, K., Nosaengsri, M., Asanok, L. 2024. Vegetation Structure Characteristics and Edaphic Factors in Tham Sing Recreational Forest, Udon Thani Province. **Thai Forest Ecological Research Journal**, 8(2): 419-436.
- Somprakon, S., Yothaphakdee, T., Haopinjai, I., Piankid, P., Yodkaew, S., Khruema, K., Lattirasuvan, T. 2024. Soil fertility and carbon sequestration assessment in an 8-year restoration forest area in Phrae Province. **Thai Journal of Forestry**, 43(1): 167-179. (in Thai)
- Tanaka, S., Lattirasuvan, T., Nakamoto, K., Sritulanon, C., Sakura, K. 2010. Soil fertility under various types of upland farming in northern Thailand. I. Case study of a village located in a transitional zone of hill evergreen and mixed deciduous forests. **Tropics**, 18(4): 185-199.
- Wannawong, S. 2001. Soil moisture variation from different land use types at Phu Wiang watershed, Khon Kaen province. In: **Proceedings of the Forestry Conference 2002**. September 16-20, 2002. Royal Forest Department, Bangkok, pp. 280-287. (in Thai)
- Wiriyakitchanathikul, W., Kerdchana, C. 2016. **Manual of Soil Physical Analysis and Interpretation for Soil Surveys and Classification**. Office of Land Development Science, Department of Land Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Yao, Y., Chen, J., Li, F., Sun, M., Yang, X., Wang, G., Ma, J., Sun, W. 2022. Exchangeable Ca^{2+} content and soil aggregate stability control the soil organic carbon content in degraded Horqin grassland. **Ecological Indicators**, 134(2022): 108507.