

(แบบฟอร์ม วจ.3)

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชื่อแผนงานวิจัย/โครงการวิจัย

การประเมินคุณภาพดินเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพื้นที่ทางการเกษตรที่มีอัตราการชะล้างพังทลายสูงโดยใช้เทคนิคนิวเคลียร์ จังหวัดกาญจนบุรี

Assessing soil quality and enhance crop productivity through agriculture management using nuclear techniques in the area of erosion in Kanchanaburi province

โดย

นายอภิสิทธิ์ บัวปาย

นายทศน์ศวี รัตนแก้ว

นายวุฒิไกร กุศลสวัสดิ์

วันชัย สิ้นประเสริฐ

นางสาวบรรเจิดลักษณ์ จินตฤทธิ

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 62-64-14-33-010000-009106-01-11

กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเสื่อมโทรม กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2564

แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ทะเบียนการวิจัย..... 62-64-14-33-010000-009106-01-11.....

ชื่อแผนงานวิจัย/โครงการวิจัย การประเมินคุณภาพดินเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพื้นที่ทางการเกษตรที่มีอัตราการใช้ปุ๋ยสูงโดยใช้เทคนิคนิวเคลียร์ จังหวัดกาญจนบุรี

ผู้รับผิดชอบ..... นายอภิสิทธิ์ นัวปาย.....หน่วยงาน กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน.....

ที่ปรึกษาโครงการ นายสถาพร ใจอารีย์.....หน่วยงาน รองอธิบดีด้านวิชาการ.....

นางสาวบรรเจิดลักษณ์ จินตสุทธิ.....หน่วยงาน กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน.....

นางกุลวดี สุทธาวาส.....หน่วยงาน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 10.....

นายปรามไพบรุษย์ แยมคลี.....หน่วยงาน กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน.....

ผู้ร่วมดำเนินการ นายทศนัศว์ รัตนแก้ว.....หน่วยงาน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 10.....

นายวุฒิไกร กุศลสวัสดิ์.....หน่วยงาน สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ.....

วันชัย สิ้นประเสริฐ.....หน่วยงาน สถานีพัฒนาที่ดินกาญจนบุรี.....

เริ่มต้น เดือน..... ตุลาคม..... พ.ศ..... 2562..... สิ้นสุด เดือน..... กันยายน..... พ.ศ..... 2564.....

รวมระยะเวลาทั้งสิ้น..... 2..... ปี

สถานที่ดำเนินการ (จังหวัด อำเภอ ตำบล หมู่บ้าน) พิกัด ชุดดิน กลุ่มชุดดิน ชนิดดิน

หมู่ที่ 1 บ้านท่าดินแดง วังขาย ตำบลปรางค์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดกาญจนบุรี

พิกัด (14°56'36.7"N 98°36'15.7"E) หรือ 1652130.05N / 457429.60E

ชุดดิน มวกเหล็ก (Muak Lek Series: ML) กลุ่มชุดดิน 47 ชนิดดิน ดินต้น ที่ดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทรายแป้ง

ชุดดิน วังสะพุง (Wang Saphung series: Ws) กลุ่มชุดดิน 55 ชนิดดิน ดินลึกปานกลาง ดินบนเป็นดินร่วน ดินร่วนปนดินเหนียว หรือ ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น

ปีงบประมาณ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน	รวม
2563		155,000	155,000

แหล่งงบประมาณที่ใช้ กรมพัฒนาที่ดิน

พร้อมนี้ได้แนบรายละเอียดประกอบตามแบบฟอร์มที่กำหนดมาด้วยแล้ว

(ลงชื่อ) .....

(นายอภิสิทธิ์ บัวปาย)

ผู้รับผิดชอบโครงการ

(ลงชื่อ)

(.....)

ประธานคณะกรรมการกลั่นกรองผลงานวิชาการของหน่วยงานต้นสังกัด

วันที่.....เดือน .....พ.ศ. ....

ทะเบียนการวิจัยเลขที่..... 62-64-14-33-010000-009106-01-11.....

ชื่อแผนงานวิจัย/โครงการวิจัย (ภาษาไทย) การประเมินคุณภาพดินเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพ  
การจัดการพื้นที่ทางการเกษตรที่มีอัตราการชะล้างพังทลายสูง  
โดยใช้เทคนิคนิวเคลียร์ จังหวัดกาญจนบุรี

(ภาษาอังกฤษ) Assessing soil quality and enhance crop productivity  
through agriculture management using nuclear  
techniques in the area of erosion in Kanchanaburi  
province

กลุ่มชุดดินที่..... 47..... ชุดดิน (ภาษาไทย) (ภาษาอังกฤษ) มวกเหล็ก Muak Lek Series: ML.....

กลุ่มชุดดินที่..... 55..... ชุดดิน (ภาษาไทย) (ภาษาอังกฤษ) วังสะพุง Wang Saphung series: WS.....

สถานที่ดำเนินการ หมู่ที่ 1 บ้านท่าดินแดง วังขยาย ตำบลวังผล อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี.....

ผู้ร่วมดำเนินการ	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ
	นายอภิสิทธิ์ บัวปาย	Apisit Boupai
	นายทศน์ศวี รัตนแก้ว	Totsanat Rattanakeaw
	นายวุฒิไกร กุลสวัสดิ์	Wutthikrai Kulsawat
	นางสาวพัชฎา โนจิตต์	Phatchada Nochit
	วันชัย สิ้นประเสริฐ	Wanchai Sinprasert
	นางกุลวดี สุทธาวาส	Kulwadee Sutthawas
	นายปราโมทย์ แยมคลี	Pramote Yamclee
	นางสาวบรรเจิดลักษณ์ จินตฤทธิ์	Bunjirtluk Jindarith

## บทคัดย่อภาษาไทย (Abstract-Thai)

การประเมินคุณภาพดินเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการจัดการพื้นที่เกษตรกรรม และการประเมินการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้เทคนิคนิวเคลียร์ไอโซโทป ในการวัดอัตราการเคลื่อนย้ายของดินจากธาตุตะกั่ว  $^{210}\text{Pb}$  (inventories) ซึ่งได้ทำการศึกษา ณ ตำบลปลั่งเพล อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563 โดยเก็บข้อมูลในพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป พื้นที่ป่ายางพารา และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จำนวน 5 ประเภทความลาดชัน และเก็บตัวอย่างดินที่ 3 ระดับความลึก

ผลการศึกษาพบว่า ความแตกต่างกันของพื้นที่ศึกษา ระดับความลาดชัน ระดับความลึก และช่วงเวลาการเก็บข้อมูล มีผลต่อสมบัติทางเคมีของดิน กล่าวคือ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณ pH (5.75) EC (0.040 dS/m) OM (3.09%) Mg (76.54 mg/kg) และ Ca (1,436.06 mg/kg) สูงที่สุด รองลงมาคือพื้นที่ป่าและไม้ผลที่ไม่รบกวนหน้าดิน (pH เท่ากับ 5.08; EC เท่ากับ 0.016 dS/m; OM เท่ากับ 3.05%; Mg เท่ากับ 49.29 mg/kg; และ Ca เท่ากับ 324.18 mg/kg) และพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป (pH เท่ากับ 5.06; EC เท่ากับ 0.021 dS/m; OM เท่ากับ 2.41%; Mg เท่ากับ 30.46 mg/kg; และ Ca เท่ากับ 292.64 mg/kg) ในขณะที่ปริมาณ P และ K พบว่ามีค่าสูงสุดในพื้นที่ป่าและไม้ผลที่ไม่รบกวนหน้าดิน (P เท่ากับ 2.795 mg/kg; K เท่ากับ 148.12 mg/kg) รองลงมาคือพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (P เท่ากับ 2.700 mg/kg; K เท่ากับ 121.88 mg/kg) และพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป (P เท่ากับ 2.695 mg/kg; K เท่ากับ 94.96 mg/kg) ตามลำดับ ช่วงเวลาของการเก็บข้อมูลและปริมาณน้ำฝนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน (EC P K Ca และ Mg) โดยได้เก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 3 ครั้ง ในเดือนเมษายน (ปริมาณน้ำฝน 11 มม.) มิถุนายน (ปริมาณน้ำฝน 201.5 มม.) และสิงหาคม (ปริมาณน้ำฝน 544.3 มม.) ซึ่งเรียงลำดับค่าเฉลี่ยรายเดือนได้ ดังนี้ EC เท่ากับ 0.032, 0.022, และ 0.023 dS/m; P เท่ากับ 3.801, 3.759, และ 0.631 mg/kg; K เท่ากับ 139.84, 105.67, และ 119.47 mg/kg; Ca เท่ากับ 777.90, 644.95, และ 677.36 mg/kg; และ Mg เท่ากับ 74.45, 39.97, 41.88 mg/kg นอกจากนี้ช่วงเวลาการเก็บข้อมูลทั้ง 3 ครั้งส่งผลต่อสมบัติทางเคมีของดินในระดับความลาดชันต่าง ๆ โดยพบว่าปริมาณ EC, OM, และ P มีการเคลื่อนที่จากที่สูงลงสู่ที่ต่ำไร้อัตราที่ไม่เท่ากันในแต่ละพื้นที่ศึกษา กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป พบปริมาณ EC, OM, และ P สะสมมากที่สุด ณ บริเวณ Toeslope และ Footslope เมื่อมีน้ำฝนเป็นตัวเร่ง ในขณะที่พื้นที่ป่าและไม้ผลที่ไม่รบกวนหน้าดินและพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ พบปริมาณ EC, OM, และ P สะสมมากที่สุด ณ บริเวณ Backslope และ Shoulder นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนมีผลต่อสมบัติทางเคมีของดินที่สะสมในแต่ละระดับความลึก กล่าวคือ ปริมาณ EC, OM, K, Mg, และ Ca พบมากที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 ซม. ในเดือนเมษายน แต่เมื่อมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้นในเดือนมิถุนายนและสิงหาคม ทำให้เกิดการชะล้างพัดพาสูงชันดินล่างมากขึ้น โดยเฉพาะที่ระดับความลึก 10-20 ซม.

ปริมาณความแรงรังสี ( $^{210}\text{Pb}$ ) และอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (SRD) มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา ระดับความลาดชัน ระดับความลึก และช่วงเวลาการเก็บข้อมูล โดยพบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ มีค่าเฉลี่ย  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด (25.11 Bq/kg) รองลงมาคือ พื้นที่ป่าและไม้ผลที่ไม่รบกวนหน้าดิน (24.08 Bq/kg) และพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป (21.58 Bq/kg) ตามลำดับ โดยปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  พบว่ามีค่าสูงสุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาการเก็บข้อมูล ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูฝน ในขณะที่ค่า SRD พบว่าพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์มีอัตรา SRD เฉลี่ยมีแนวโน้มไปที่การทับถมของดิน เท่ากับ 8.648 t/ha/yr พื้นที่ป่าและไม้ผลที่ไม่รบกวนหน้าดินมีอัตรา SRD เฉลี่ยมีแนวโน้มไปที่การทับถมของดิน เท่ากับ 2.992 t/ha/yr และพื้นที่ปลูกพืชทั่วไปมีอัตรา SRD เฉลี่ยมีแนวโน้มไปที่การชะล้างพังทลายของดิน เท่ากับ -1,830 t/ha/yr โดยพบว่าพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์และพื้นที่ป่าและไม้ผลที่ไม่รบกวนหน้าดิน ซึ่งเป็นพืชที่มีสิ่งปกคลุมหน้าดินสูงพบทับถมของตะกอนดินในระดับความลาดชันที่เหนือขึ้นไปของพื้นที่ศึกษา (บริเวณ Backslope ขึ้นไป) ในขณะที่พื้นที่ปลูกพืชทั่วไปมีอัตราการชะล้างพังทลายของดินที่สูงในทุกระดับความลาดชัน และมีการทับถมของตะกอนดิน ณ บริเวณที่ต่ำที่สุดของพื้นที่ศึกษา

คำสำคัญ : คุณภาพดิน ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ การชะล้างพังทลายของดิน ไอโซโทป

## บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract-English)

The aims of this study was to assessment of soil quality for best practices and to study soil redistribution with isotope technique by using  $^{210}\text{Pb}$  as a tracer. This study was conducted in Prangplae Sub-district, Sangkhla Buri District, Kanchanaburi Province. Factors included (1) Time of soil sampling (April, June, and August); (2) Areas (General field crop, Perennial forest and rubber, and Field crop with soil conservation practices) (3) Slope classes (Toeslope, Foothslope, Backslope, Shoulder, and Summit); and (4) Soil depths (0-10 cm, 10-20 cm, and 20-30 cm)

For soil quality assessment, there were significant differences between factors and soil chemical properties. To explain, the field crop with soil conservation practices maintained the greatest values in pH (5.75), EC (0.040 dS/m), OM (3.09%), Mg (76.54 mg/kg), and Ca (1,436.06 mg/kg) following by the perennial forest and rubber had values included pH (5.08), EC (0.016 dS/m), OM (3.05%), Mg (49.29 mg/kg), and Ca (324.18 mg/kg); and the general field crop (5.06 for pH, 0.021 dS/m for EC, 2.41% for OM, 30.46 mg/kg for Mg, and 292.64 mg/kg for Ca). Nevertheless, the amount of P and K were found to be the greatest values in the perennial forest and rubber area (2.700 mg/kg for P, and 121.88 mg/kg for K); along with the general field crop area (2.695 mg/kg for P, and 94.96 mg/kg for K), respectively. On the one hand, time period of soil sampling and annual rainfall significantly affected the fluxes of soil chemical properties (EC, P, K, Ca, and Mg). The annual rainfall in each soil samplings consist of 11 mm (April), 201.5 mm (June,), and 544.3 mm (August). As a result, those chemical properties were sorted by time of soil sampling as followed : EC were equal to 0.032, 0.022, and 0.023 dS/m; P were equal to 3.801, 3.756, and 0.631 mg/kg; K were equal to 139.84, 105.67, and 119.47 mg/kg; Ca were equal to 777.90, 644.95, and 677.36 mg/kg; and Mg were equal to 74.45, 39.97, and 41.88 mg/kg, repectively. Furthermore, Topographic Position or Slope classes in each soil sampling time significantly affected the changes of soilchemical properties. To explain, the values of EC, OM, and P could differently ran off from upper areas to lower parts ascompared with those three areas because the general field crop had the greatest values of EC, OM, and P on toeslope and foothslope positions base on increasing rates of rainfall. Also, the perennial forest and rubber and the field crop with soil conservation practices contained the greatest values of EC, OM, and P on Backslope and Shoulderpositions. Moreover, annual rainfall also affected infiltration rates of soil chemical properties, in brief, the greatest amounts of EC, OM, K, Mg, and Ca were found within 0-10 cm depth of soil sampling in April. After that, they were infiltrated through lower soil depth (10-20 cm) in June and August.

Radioactivity levels of  $^{210}\text{Pb}$  and soil redistribution rates (SRD) were significant differences in each area, slope position, soil depth, and duration of soil sampling. To explain, concentrations of  $^{210}\text{Pb}$  were 25.11 Bq/kg for the general field crop, 24.08 Bq/kg for the Perennial forest and rubber, and 21.58 Bq/kg for the field crop with soil conservation practices. Additionally,  $^{210}\text{Pb}$  were increase when entered to monsoon season and were found in the greatest amounts on the soil surface. In SRD perspective, for the field crop with soil conservation practices found a trend of mean SRD rates for soil deposition (8.649 t/ha/yr), as well as, the perennial forest and rubber area also found mean SRD rates as soil deposition (2.992 t/ha/yr). On the other hand, the general field crop tended to have SRD rates in a way of soil erosion (-1,830 t/ha/yr). Because of land cover and soil conservation procedures the deposit areas in the field crop with soil conservation practices and the perennial forest and rubber area were found at upper positions (Backslope to Summit). However, the general field crop found soil erosive spots at lower positions, but soil sediment naturally accumulated at the lowest position of this study.

Keywords : Soil quality, Soil and Water Conservation, Soil erosion, Isotope

## หลักการและเหตุผล

การชะล้างพังทลายดินเป็นปัญหาหลักที่นำไปสู่ความเสื่อมโทรมของที่ดิน ซึ่งส่งผลต่อความยั่งยืนในใช้ประโยชน์จากผลิตภาพของดินเพื่อการเกษตรกรรมและส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางด้านอาหารของมนุษย์ นอกจากนี้การชะล้างพังทลายดินยังส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำและคุณภาพน้ำเนื่องจากก่อให้เกิดความตื้นเขินและการปนเปื้อนจากปัจจัยการผลิตด้านการเกษตร เช่น ปุ๋ย หรือสารเคมีต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำ เป็นต้น กระบวนการชะล้างพังทลาย สามารถเกิดขึ้นได้ทั่วไปในพื้นที่เกษตรกรรมประเทศไทย เนื่องจากสภาพภูมิศาสตร์ของประเทศตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น จึงมักพบการไหลบ่าของน้ำและการพัดพาหน้าดินในช่วงฤดูฝนอยู่บ่อยครั้ง ทั้งในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ต้นน้ำ ด้วยเหตุผลข้างต้นนี้ ปัญหาการชะล้างพังทลายของดินและการสูญเสียหน้าดินและธาตุอาหารพืชจึงเกิดขึ้นอย่างรุนแรงและต่อเนื่องโดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงและไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเหมาะสม จากข้อมูลทางสถิติสำหรับอัตราการสูญเสียดินในพื้นที่เกษตรกรรมของประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดินรายงานว่า มีอัตราการสูญเสียดินโดยเฉลี่ยทั้งประเทศ เท่ากับ 60.6 ตันต่อไร่ต่อปี (40.41 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี) คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 102,201.58 ล้านบาท และการประเมินการสูญเสียดินในรูปของมูลค่าธาตุอาหารพืชในตะกอนดินที่ถูกชะล้างไปทั่วประเทศ ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในรูปของปุ๋ยและตะกอนหน้าดิน คิดเป็นมูลค่าสูงถึง 8,337.73.29 ล้านบาทต่อปี นอกจากนี้ การเลือกใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่นั้น ๆ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะการอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีประสิทธิภาพจะสามารถลดการชะล้างพังทลายของดินได้ดีที่สุด ด้วยเหตุนี้ การประเมินดินและที่ดินเพื่อกำหนดมาตรการจัดการพื้นที่ที่เหมาะสม หรือ “การเลือกใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (soil and water conservation measure)” จึงเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่เกษตรกร โดยมีเป้าหมายเพื่อใช้ป้องกันและรักษาดินไม่ให้ถูกชะล้างพังทลาย เพื่อป้องกันดินไม่ให้หลุดออกจากรากจากการตกกระทบของเม็ดฝนและลม โดยการลด ความคม หรือชะลอความเร็วของน้ำไหลบ่า และเพิ่มอัตราการไหลซึมของน้ำลงดิน นอกจากนี้ การประเมินคุณภาพของดินในพื้นที่ สามารถใช้เป็นแนวทางการประกอบการตัดสินใจของเกษตรกร ในการยอมรับและสร้างความตระหนักต่อการนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำไปใช้ในพื้นที่ของตนเองได้ ซึ่งการจัดทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและการสร้างความตระหนักการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินอันเกิดจากการชะล้างพังทลายของดินเป็นหน้าที่หลักของกรมพัฒนาที่ดิน โดยทั่วไปกรมพัฒนาที่ดินใช้สมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation: USLE) ในการคำนวณอัตราการสูญเสียดินในพื้นที่ต่าง ๆ รวมทั้งใช้เพื่อการออกแบบมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทั่วประเทศ แต่อย่างไรก็ตามปัจจุบัน ด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันที่ได้มีการนำนิวเคลียร์เทคนิค (Fallout Radio Nuclides : FRNs) มาใช้ในการประเมินอัตราการสูญเสียดินและการทับถมของตะกอนดิน เพื่อช่วยในการลดปริมาณการชะล้างพังทลายในระดับพื้นที่เฉพาะขนาดเล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การศึกษาและประยุกต์ใช้นิวเคลียร์เทคนิคควบคู่ไปกับการประเมินความเสื่อมโทรมของที่ดิน เพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศ และกำหนดพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบที่แม่นยำ จะช่วยให้กรมพัฒนาที่ดินสามารถให้คำแนะนำและเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับเกษตรกรและประชาชนในท้องถิ่นได้ต่อไปในอนาคต

### วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อประเมินและเปรียบเทียบคุณภาพดินในพื้นที่เกษตรกรรมที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน
- 2) เพื่อประเมินและเปรียบเทียบปริมาณและอัตราการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้เทคนิคนิวเคลียร์
- 3) เพื่อทำแผนที่ให้คำแนะนำ และกำหนดผลกระทบเนื่องมาจากการชะล้างพังทลายให้กับเกษตรกรและประชาชนในท้องถิ่นตามผลลัพธ์



### การตรวจเอกสาร

พื้นที่สูงในประเทศไทยครอบคลุมเนื้อที่ 67.22 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 53 ของพื้นที่สูงใน 20 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน พะเยา ลำพูน แพร่ น่าน ลาปาง ตาก เพชรบูรณ์ พิษณุโลก เลย สุโขทัย กำแพงเพชร กาญจนบุรี อุทัยธานี สุพรรณบุรี ราชบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และเพชรบุรี ซึ่งพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2548 ให้ความหมายของพื้นที่สูงไว้ว่า “พื้นที่ที่เป็นภูเขาหรือพื้นที่ที่มีความสูงกว่าระดับน้ำทะเลห้าร้อยเมตรขึ้นไป หรือพื้นที่ที่อยู่ระหว่างพื้นที่สูงตามที่คณะกรรมการกำหนด” (สวพส., 2550) หรือเป็นบริเวณพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันโดยเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 35 ซึ่งพื้นที่ตั้งชุมชนบนพื้นที่สูงส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร เขตอุทยานแห่งชาติ และเขตป่าสงวน ทำให้หน่วยงานของรัฐเข้าไปดำเนินการได้ไม่ทั่วถึง นอกจากนี้พื้นที่สูงยังมักมีปัญหาการทำไร่เลื่อนลอย และการบุกรุกทำลายป่าอย่างต่อเนื่อง ซึ่งพื้นที่ลาดชันเชิงชันที่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นพื้นที่ที่ยังไม่มีการศึกษา สำรวจ และจำแนกดิน โดยกรมพัฒนาที่ดิน จึงจัดไว้ให้อยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 62 หรือที่เรียกว่า พื้นที่ลาดชันเชิงชัน (SC: slope complex) เพราะเป็นสภาพพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ซึ่งถือว่ายากต่อการจัดการดูแลรักษาสำหรับการเกษตร และมักประสบปัญหาของการชะล้างพังทลายอย่างรุนแรงนั้น จึงส่งผลให้ ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ และเมื่อไม่ได้รับการจัดการดินและที่ดินอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของที่ดินตามมา

เพราะฉะนั้น การจัดการดินและที่ดินในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง จึงควรต้องดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ประกอบด้วย

- 1). การศึกษาสภาพภูมิสังคม สภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษาวิจัย
- 2). การประเมินคุณภาพของดินในพื้นที่ลาดชันที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน
- 3). การประเมินการสูญเสียหน้าดิน เนื่องมาจากการชะล้างพังทลายของดิน
- 4). การประมวลผลข้อมูลข้างต้น เพื่อประกอบการตัดสินใจจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ
- 5). การเปรียบเทียบมาตรการจัดการที่ดินที่เหมาะสมในพื้นที่บริเวณนั้น เพื่อสร้างความตระหนักและการยอมรับของเกษตรกรในพื้นที่นั้น ๆ

## 1. การศึกษาสภาพภูมิสังคม สภาพภูมิประเทศ และสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษาวิจัย

### 1.1 สภาพภูมิสังคมของพื้นที่ศึกษา

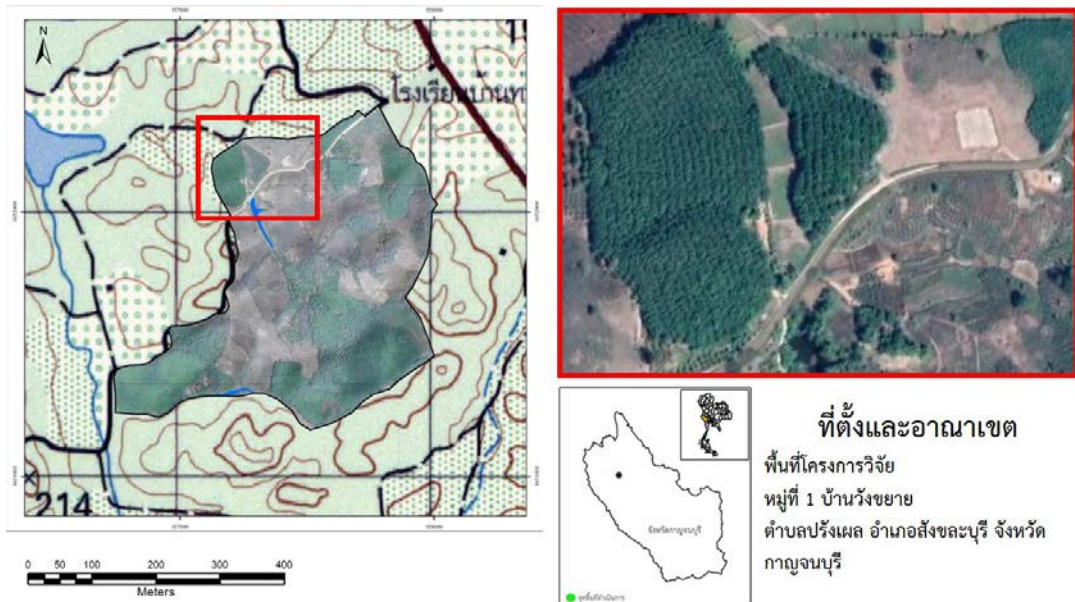
โครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา วิจัย ในพื้นที่ หมู่ที่ 1 ชุมชนบ้านท่าดินแดง และชุมชนบ้านวังขยาย ตั้งอยู่ที่ตำบลปรางค์ อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี ประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ตำบลปรางค์ทั้งหมด เป็นกลุ่มชาติพันธุ์กะเหรี่ยง มอญ พม่า และสัญชาติไทย มีจำนวนทั้งสิ้น 1,751 ครัวเรือน รวมประชากรทั้งหมด 5,307 ราย ประกอบด้วย เพศชาย 2,735 ราย และเพศหญิง 2,572 (2553) ราย การนับถือศาสนาในพื้นที่ประกอบด้วย ศาสนาพุทธ และนับถือผีหรือมีความเชื่อทางธรรมชาตินางส่วน สถานภาพด้านการศึกษาของตำบลปรางค์ มีสถานศึกษาตั้งแต่ระดับอนุบาลถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสำหรับให้บริการด้านการศึกษาแก่เยาวชนและประชาชนทั่วไป สถานภาพด้านสาธารณสุขของตำบลปรางค์ มีโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลปรางค์ จำนวน 1 แห่ง โดยผู้เข้ารับการรักษาส่วนใหญ่จะเป็นการเจ็บป่วยด้วยโรคมalaria และเนื่องจากในปัจจุบันที่มีการอพยพย้ายถิ่นฐาน ประชากรส่วนใหญ่ในพื้นที่จึงเป็นชาวกระเหรี่ยง มอญ พม่า และสัญชาติไทย โดยส่วนใหญ่มีอาชีพหาของป่า และเกษตรกรรม เป็นต้น

จากข้อมูลสำมะโนการเกษตร พ.ศ. 2556 จังหวัดกาญจนบุรี (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2557) รายงานว่า อำเภอสังขละบุรี มีผู้ถือครองที่ดินเพื่อการเกษตรทั้งสิ้น 1,685 ราย คิดเป็นร้อยละ 2.5 ของผู้ถือครองที่ดินทั้งจังหวัดกาญจนบุรี พื้นที่เกษตรกรรมในอำเภอสังขละบุรี มีเนื้อที่ทั้งสิ้น 22,019 ไร่ (ร้อยละ 1.3) โดยมีเนื้อที่ถือครองเฉลี่ย 13.1 ไร่ และการจ้างงานภาคการเกษตร ประกอบด้วย ลูกจ้างชาวไทย คิดเป็นร้อยละ 76.1 และลูกจ้างต่างด้าว คิดเป็นร้อยละ 23.9 เป็นต้น ลักษณะการทำการเกษตรของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอสังขละบุรีโดย

ส่วนใหญ่ คือ การเพาะปลูกพืช (ร้อยละ 89.7) ประกอบด้วย ยางพารา จำนวน 11,455 ไร่ ข้าว จำนวน 3,611 ไร่ ไม้ยืนต้นหรือไม้ผล จำนวน 2,188 ไร่ พืชไร่ จำนวน 3,814 ไร่ และพืชผักสมุนไพร จำนวน 201 ไร่ เป็นต้น

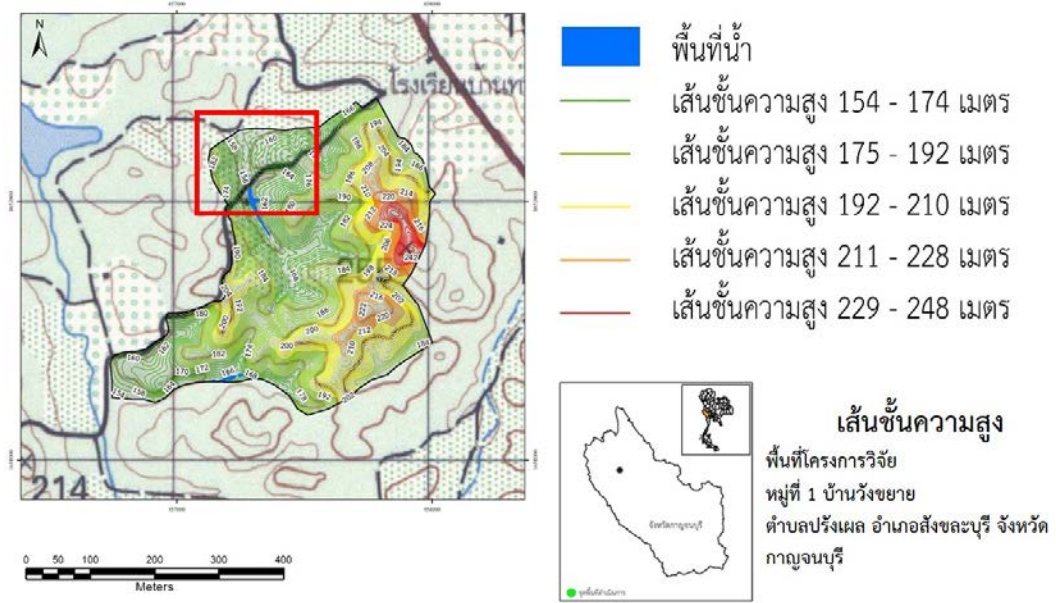
## 1.2 สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา

สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นพื้นที่ลาดเอียงริมเขา มีพื้นที่ราบลุ่มเป็นบางส่วนอยู่ระหว่างหุบเขา พื้นที่ทั้งหมด 712 ตารางกิโลเมตร เป็นแหล่งน้ำ 1 ใน 3 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งแหล่งน้ำที่สำคัญ คือ เขื่อนวชิราลงกรณ และแม่น้ำแควน้อย โดยทรัพยากรน้ำในพื้นที่โครงการวิจัยนี้ ได้ถูกกำหนดไว้เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 3 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำซึ่งมีค่าดัชนีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่คำนวณได้จากสมการอยู่ระหว่าง 2.21 ถึง 3.20 และพื้นที่โดยทั่วไปสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งกิจการทำไม้ เหมืองแร่ และปลูกพืชกสิกรรมประเภทไม้ยืนต้น เป็นต้น พื้นที่ป่าโดยส่วนใหญ่ คือ เขตพื้นที่อนุรักษ์ (อุทยานแห่งชาติเขาแหลม) และเขตป่าสงวนแห่งชาติ (ป่าเพื่อการอนุรักษ์) ทิศเหนือ ติดกับ ตำบลไล่โว่ อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี ทิศใต้ ติดกับ ตำบลชะแล อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ทิศตะวันออก ติดกับ ตำบลชะแล อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ทิศตะวันตก ติดกับ ตำบลหนองลู อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

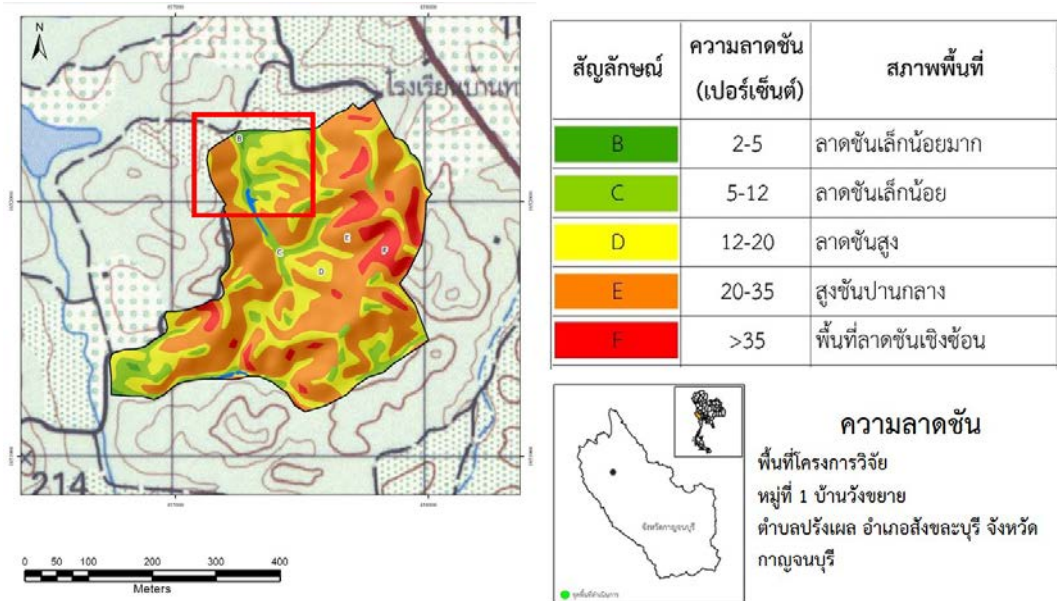


ภาพที่ 1 แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงบริเวณพื้นที่โครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษา วิจัย ในพื้นที่ หมู่ที่ 1 บ้านท่าดินแดง วังขยาย ตำบลปริงเผล อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งอยู่ทางด้านทิศใต้ของเขื่อนวชิราลงกรณ ระดับความสูงของพื้นที่มีความแตกต่างกัน โดยมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ในช่วงระหว่าง 154 ถึง 174 เมตร นอกจากนี้ ระดับความลาดชันของพื้นที่โครงการวิจัยก็มีความแตกต่างกัน สืบเนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวประกอบด้วยเนินเขาอยู่ในตำแหน่งที่สลับต่อเนื่องกันไป จึงทำให้พื้นที่นี้มีลักษณะเป็นหุบเขา ดังนั้นสภาพความลาดชันของพื้นที่ สามารถแบ่งได้ คือ พื้นที่ที่มีความลาดชันเล็กน้อยมาก (มีร้อยละความลาดชัน เท่ากับ 2 ถึง 5) พื้นที่ที่มีความลาดชันเล็กน้อย (มีร้อยละความลาดชัน เท่ากับ 5 ถึง 12) พื้นที่ที่มีความลาดชันสูง (มีร้อยละความลาดชัน เท่ากับ 12 ถึง 20) และพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงชันปานกลาง (มีร้อยละความลาดชัน เท่ากับ 20 ถึง 35) เป็นต้น



ภาพที่ 2 แผนที่สภาพภูมิประเทศและเส้นชั้นความสูงบริเวณพื้นที่โครงการวิจัย



ภาพที่ 3. แผนที่ความลาดชันบริเวณพื้นที่โครงการวิจัย

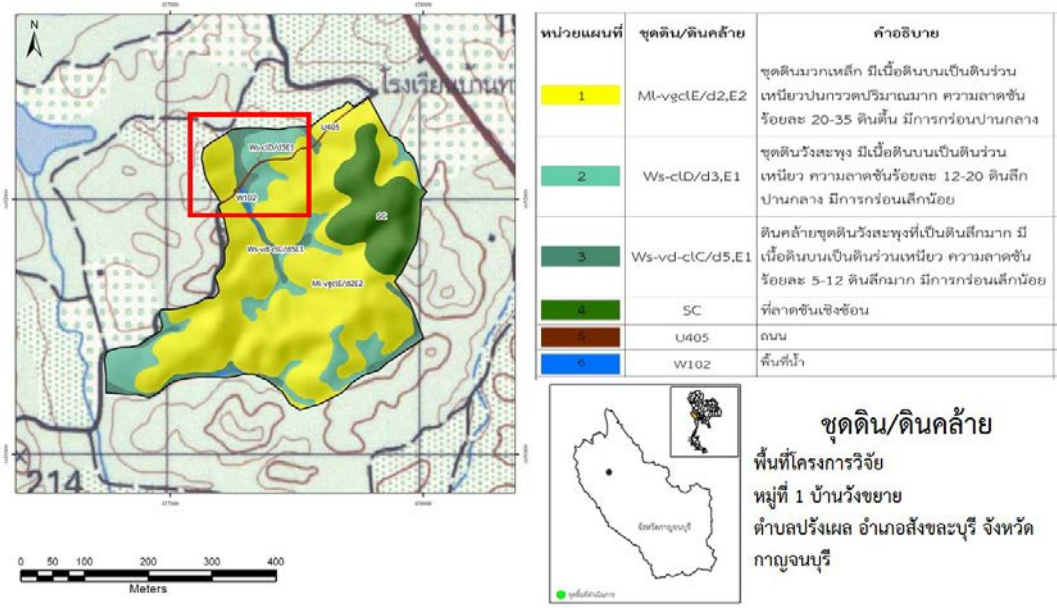
สภาพภูมิประเทศทางธรณีวิทยาในพื้นที่โครงการวิจัย พบว่า มีลักษณะของชั้นหินต้นกำเนิด คือ หินตะกอนและหินแปร (Sedimentary and Metamorphic rocks) ลักษณะทางธรณีสัมพันธ์ของบริเวณพื้นที่โครงการวิจัย ที่มีอิทธิพลต่อองค์ประกอบของดิน เกิดจากหินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัส (Silurian devonian carboniferous: SDC) หรือที่เรียกว่า กลุ่มหินทองผาภูมิ (SDCtn) ซึ่งหินจำพวกนี้ ประกอบด้วย หินตะกอน หินแกรนิต หินทรายแป้ง หินปูน หินชนวน หินโคลนเนื้อซิลิกา หินดินดานเนื้อปนถ่าน และหินโคลนปนกรวด สีเทาถึงเทาดำ เป็นต้น และพบได้ในบริเวณอำเภอทองผาภูมิและอำเภอสงขลาบุรี (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

สภาพทรัพยากรดินในพื้นที่โครงการวิจัย สามารถแบ่งออกได้เป็นลักษณะชุดดิน สภาพดินปัญหา ศักยภาพของดินในการเพาะปลูกพืช และการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน

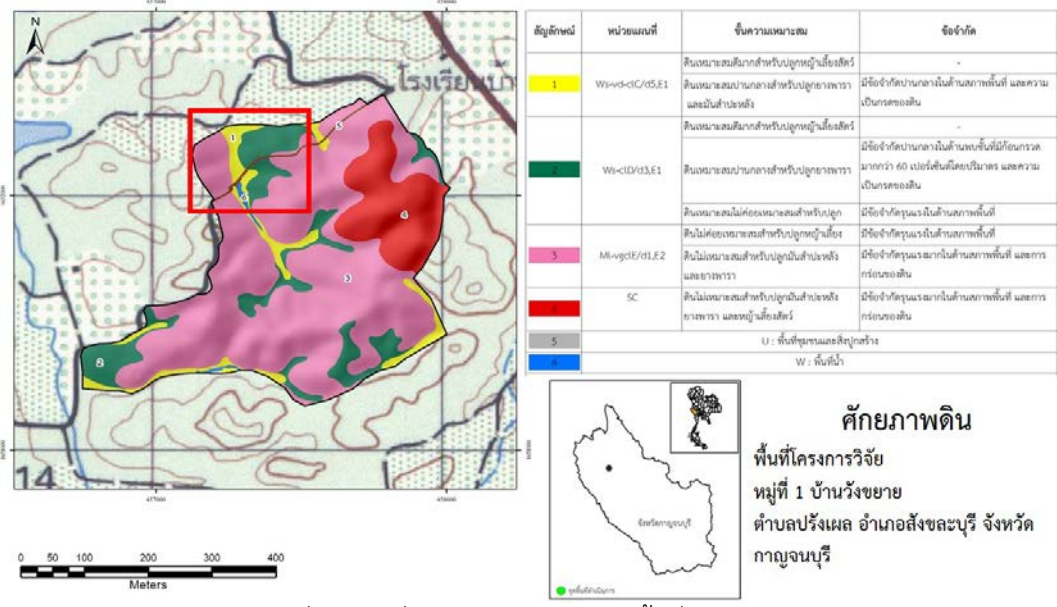
ชุดดินที่พบในพื้นที่โครงการศึกษาวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1) ชุดดินมวกเหล็ก (Muak Lek Series: ML) จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 4.7 พบได้ในสภาพพื้นที่ที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด เขียงเขา ลานตะพักน้ำ ไปจนถึงเนินเขา มักพบได้ในระดับความลาดชันตั้งแต่ร้อยละ 2 ถึง 35 วัตถุต้นกำเนิดดินของชุดดินมวกเหล็ก เกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ และ/หรือ การเคลื่อนย้ายตะกอนดินเนื้อละเอียดและหินมาเป็นระยะทางไม่ไกลนัก ในด้านสมบัติทางกายภาพของชุดดินมวกเหล็กนั้น มีการระบายน้ำดี การซึมผ่านได้ของน้ำอยู่ในระดับปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินอยู่ในระดับปานกลางถึงเร็ว ชุดดินมวกเหล็กจัดอยู่ในลักษณะของดินต้น เนื่องจากพบชั้นเศษหินหนาแน่น หินต้นกำเนิด และ/หรือ หินที่กำลังสลายตัว ที่ความลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร จากผิวดิน โดยบางบริเวณอาจพบเศษหินลอยอยู่บนหน้าดินได้ ซึ่งเนื้อดินชั้นล่าง จะมีสีน้ำตาลปนเหลือง น้ำตาล หรือน้ำตาลเข้ม เนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง หรือดินเหนียว ที่มีเศษหินหรือกรวดปะปนมาก ในขณะที่เนื้อดินบน เป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทรายแป้ง สีน้ำตาลปนเทาหรือน้ำตาลเข้ม สมบัติทางเคมีของชุดดินมวกเหล็ก ประกอบด้วย ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของชั้นดินบน มีค่าระหว่าง 5.5 ถึง 7.0 ในขณะที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของชั้นดินล่าง มีค่าระหว่าง 5.5 ถึง 6.5 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ระดับค่าความจุการแลกเปลี่ยนไอออน และความอิ่มตัวของเบสอยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนี้ ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์จัดอยู่ในระดับปานกลางไปจนถึงต่ำ ด้วยเหตุนี้ ชุดดินมวกเหล็ก จึงถูกจัดให้เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางไปจนถึงต่ำ และไม่ควรมานำมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก ควรปล่อยและรักษาให้คงไว้เป็นป่าตามธรรมชาติ เพื่อเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร

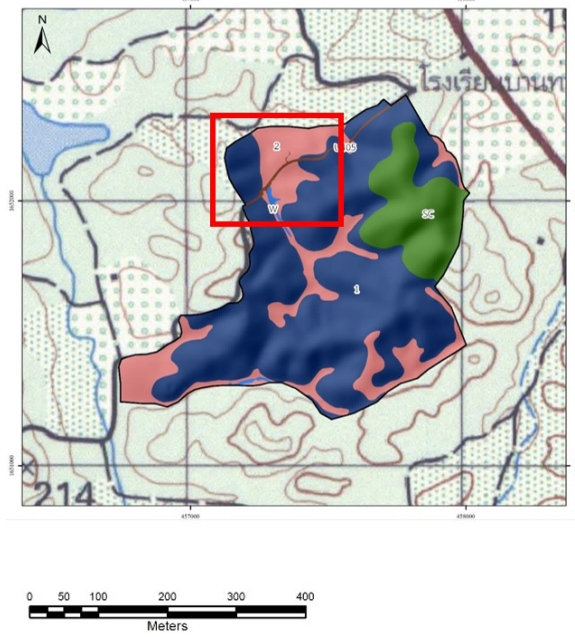
2) ชุดดินวังสะพุง (Wang Saphung series: WS) จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 5.5 พบได้ในสภาพพื้นที่ที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาด เขียงเขา ลานตะพักน้ำ ไปจนถึงเนินเขา มักพบได้ในระดับความลาดชันตั้งแต่ร้อยละ 2 ถึง 12 วัตถุต้นกำเนิดดินของชุดดินวังสะพุง เกิดจากเกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ และ/หรือ การเคลื่อนย้ายตะกอนดินเนื้อละเอียดและหินมาเป็นระยะทางไม่ไกลนัก เช่น หินดินดาน หินทรายแป้ง หินโคลน หินชนวน หินฟิลาไลต์ เป็นต้น ในด้านสมบัติทางกายภาพของชุดดินวังสะพุงนั้น มีการระบายน้ำดี การซึมผ่านได้ของน้ำอยู่ในระดับปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินอยู่ในระดับปานกลางถึงเร็ว ชุดดินวังสะพุงจัดอยู่ในลักษณะของดินลึกปานกลาง ส่วนใหญ่พบชั้นหินพื้นภายใน 100 เซนติเมตร จากผิวดิน แต่เนื่องจากมักพบชุดดินนี้ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนและที่สูงตอนกลางของประเทศ อาจทำให้รากของพืชที่มีระบบรากลึกอาจถูกจำกัดการเจริญเติบโต เพราะสภาพพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง จึงส่งผลให้ดินเกิดการชะล้างพังทลายได้ง่าย เนื้อดินชั้นบนเป็นดินร่วน ดินร่วนปนดินเหนียวหรือ ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีน้ำตาลเข้มถึงสีน้ำตาลปนเทาเข้ม ในขณะที่เนื้อดินชั้นล่าง เป็นดินเหนียว สีแดงปนเหลืองถึงสีแดง หรือ ดินเหนียวสีน้ำตาลปนแดงหรือสีน้ำตาลปนเหลือง มีเศษหินปะปนหนาแน่น ที่อาจพบจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง สีแดง และสีน้ำตาลเป็นต้น สมบัติทางเคมีของชุดดินวังสะพุง ประกอบด้วย ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของชั้นดินบน มีค่าระหว่าง 6.0 ถึง 7.0 ในขณะที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของชั้นดินล่าง มีค่าระหว่าง 4.5 ถึง 6.5 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ระดับค่าความจุการแลกเปลี่ยนไอออน และความอิ่มตัวของเบสอยู่ในระดับปานกลางไปจนถึงต่ำ นอกจากนี้ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลางไปจนถึงต่ำ แต่มีปริมาณโพแทสเซียมเป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง ด้วยเหตุนี้ ชุดดินวังสะพุง จึงถูกจัดให้เป็นดินที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพด ข้าวไร่ ถั่วต่าง ๆ และสวนผลไม้ เช่น มะม่วง มะขาม ลำไย แต่จำเป็นต้องปรับปรุงบำรุงดินและใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยชีวภาพ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น ร่วมกับการจัดระบบการปลูกพืชและระบบอนุรักษ์ดินและน้ำให้เหมาะสมกับสภาพความลาดชันของพื้นที่ หรืออาจปล่อยให้สภาพพื้นที่อยู่ในสภาพป่า พืชพรรณธรรมชาติ ป่าเบญจพรรณ หรือทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น



ภาพที่.4 แผนที่ชุดดินบริเวณพื้นที่โครงการวิจัย



ภาพที่.5 แผนที่แสดงศักยภาพบริเวณพื้นที่โครงการวิจัย



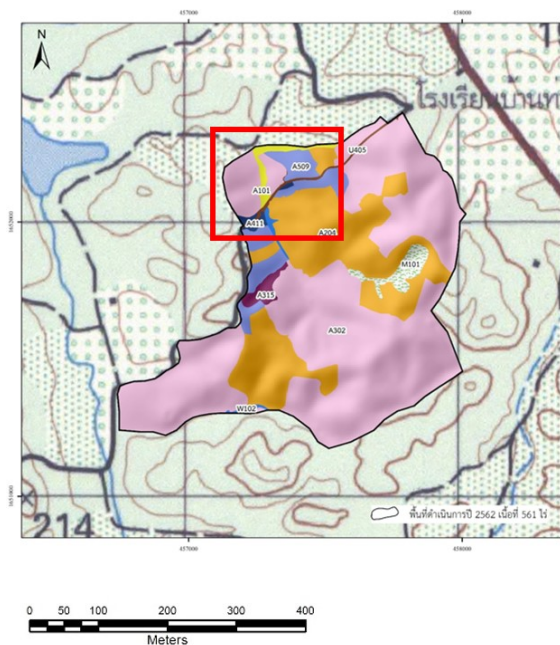
สัญลักษณ์	คำอธิบาย
1	ดินตื้น
2	ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ
SC	พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน
U405	ถนน
W	พื้นที่น้ำ



**สภาพดินปัญหา**  
 พื้นที่โครงการวิจัย  
 หมู่ที่ 1 บ้านวังขยาย  
 ตำบลปริงเผล อำเภอสังขละบุรี จังหวัด  
 กาญจนบุรี

ภาพที่ 6. แผนที่แสดงสภาพความเสื่อมโทรมของที่ดินบริเวณพื้นที่โครงการวิจัย

สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่โครงการวิจัยนี้ ประกอบด้วย การปลูกยางพาราในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ซึ่งต้นยางพาราโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงอายุประมาณ 5 ถึง 10 ปี เป็นต้นไป พืชไร่ที่เกษตรกรปลูกในพื้นที่นี้ จะใช้ระบบการปลูกแบบสลับหมุนเวียนไปตามสภาวะตลาดและการติดต่อร์ับชื่อของพ่อค้าคนกลาง โดยพืชไร่ที่ปลูก ได้แก่ ข้าวโพด มันสำปะหลัง เผือก กลอย ขมิ้นชัน เป็นต้น และนอกจากนี้ ในบริเวณพื้นที่รวมกลุ่มที่มีแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือบริเวณพื้นที่หุบเขา เกษตรกรจะนิยมปลูกข้าวไร่ โดยมีพืชผัก พืชสมุนไพร หรือไม้ผล เช่น กล้วย หรือไม้ เป็นต้น เป็นพืชแซมที่ปลูกบริเวณคันนาได้



สัญลักษณ์	คำอธิบาย	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
A : พื้นที่เกษตรกรรม		M : พื้นที่เบ็ดเตล็ด	
A1 : นาข้าว		M1 : ทุ่งหญ้าและไม้ตะเคียน	
A101 ข้าว		M101 ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม/ไม้ตะเคียน	
A2 : พืชไร่		U : พื้นที่ชุมชนแล้วสิ่งปลูกสร้าง	
A204 มันสำปะหลัง		U4 : สถานีคมนาคม	
A3 : ไม้ยืนต้น		U405 ถนน	
A302 ยางพารา		W : พื้นที่น้ำ	
A313 ไม้		W1 : แหล่งน้ำธรรมชาติ	
A4 : ไม้ผล		W102 หนอง บึง ทะเลสาบ	
A404 กล้วย			
A5 : พืชสวน			
A509 พืชสมุนไพร(ขมิ้นชัน)			



**สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน**  
 พื้นที่โครงการวิจัย  
 หมู่ที่ 1 บ้านวังขยาย  
 ตำบลปริงเผล อำเภอสังขละบุรี จังหวัด  
 กาญจนบุรี

ภาพที่ 7. แผนที่แสดงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่โครงการวิจัย

### 1.3 สภาพภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษา

จากข้อมูลของสถานีอุตุนิยมวิทยากาญจนบุรี (ทองผาภูมิ) รายงานว่า สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปของตำบลปรางผล อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี อยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือปกคลุมในช่วงฤดูหนาว ทำให้จังหวัดกาญจนบุรีประสบกับสภาวะหนาวเย็นและแห้ง และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดปกคลุมในช่วงฤดูฝน ทำให้มีฝนและอากาศชุ่มชื้น มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตลอดทั้งปี โดยเฉพาะช่วงฤดูฝนจะอยู่ในระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน และเนื่องจากพื้นที่โครงการวิจัย ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่เทือกเขาด้านตะวันตก ส่งผลให้มีฝนชุกและมีปริมาณฝนรวมตลอดปีมากกว่า 1,600 มิลลิเมตร โดยเฉพาะบริเวณอำเภอทองผาภูมิและสังขละบุรี มีฝนชุกและมีปริมาณฝนมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ ในจังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งค่าเฉลี่ยปริมาณฝนรวมตลอดปีปกติอยู่ระหว่าง 1,600-2,000 มิลลิเมตร (ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา, 2563) ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ในปี พ.ศ. 2563 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2564) พบว่า ปริมาณน้ำฝนสะสม เท่ากับ 1,477.4 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกตลอดปี เท่ากับ 146 วัน โดยเดือนที่มีฝนตกเยอะที่สุดคือ เดือนสิงหาคม รองลงมาคือ คือ เดือนกันยายน ตามลำดับ อุณหภูมิในจังหวัดกาญจนบุรี มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 22 ถึง 42 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 1 สถิติสภาพภูมิอากาศจังหวัดกาญจนบุรี ค่าเฉลี่ยมาตรฐาน 30 ปี (ข้อมูลปี พ.ศ. 2524 ถึง 2553)

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	5.2	11.4	27.5	75.0	135.3	83.8	102.1	109.0	227.8	209.3	62.7	6.2	1,055.3
อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	25.6	27.9	29.9	31.1	29.9	28.9	28.5	28.2	27.9	27.2	26.1	24.7	28.0
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (ร้อยละ)	63	60	59	61	69	72	72	73	77	79	73	65	69
อัตราการระเหยเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	140.0	150.4	205.8	215.7	190.4	157.5	160.4	154.0	138.1	122.6	128.0	142.2	1,905.1

ที่มา : ส่วนอุตุนิยมวิทยาเกษตร สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา (ปรเมศร์, 2555)



ตารางที่ 2 สถิติสภาพภูมิอากาศจังหวัดกาญจนบุรี (ปีดำเนินงานวิจัย)

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
ปริมาณน้ำฝนสะสม (มิลลิเมตร)	1.4	0.2	33.0	11.0	115.8	201.5	185.9	544.3	319.9	53.4	11.0	0	1,477.4
จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	3	1	2	4	17	27	24	30	23	12	3	0	146
ปริมาณน้ำฝนสูงสุด (มิลลิเมตร/วัน)	0.9	0.2	23.6	6.3	31.4	28.7	29.5	60.4	49.2	12.0	6.2	0	60.4
อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	25.9	29.0	28.8	32.0	32.5	30.9	29.0	28.3	28.5	29.2	26.4	23.4	26.6

ที่มา : กลุ่มคลังข้อมูลสถิติ สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2564)

## 2. การประเมินคุณภาพของดินและการสูญเสียหน้าดินในพื้นที่ลาดชันที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน

คุณภาพของดิน (Soil quality) หมายถึง ศักยภาพของดินแต่ละชนิด ที่มีผลต่อการผลิตพืชและสัตว์ โดยให้ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม แหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต และความปลอดภัยต่อมนุษย์ โดยไม่ส่งผลถึงการเสื่อมโทรมของดินและมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม (เป็ทมา. วิทยากร., 2547; Arshad and Martin, 2002; Gregorich and Acton, 1995; Karlen et al., 1997). เพราะฉะนั้น คุณภาพของดิน จึงเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการเพาะปลูกพืชทุกชนิด รวมไปถึงการรักษาธาตุอาหารพืชให้คงอยู่ดินให้นานที่สุด คือหลักพิจารณาที่เกษตรกรและนักวิทยาศาสตร์ทางดินจำเป็นต้องเข้าใจ และนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีการจัดการดินให้มีศักยภาพสูงเพียงพอต่อการทำเกษตรกรรม ตามหลักปรัชญาของดิน เพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรจะประกอบด้วยองค์ประกอบที่แบ่งตามคุณสมบัติของดิน ประกอบด้วย สมบัติทางกายภาพของดิน สมบัติทางเคมีของดิน และสมบัติทางชีวภาพของดิน เพราะฉะนั้นหลักสำคัญของการประเมินคุณภาพของดิน จึงต้องพิจารณาจากปัจจัยที่สามารถส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างเด่นชัดที่สุด ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว การประเมินศักยภาพของดินในการให้ธาตุอาหารแก่พืช ด้วยการประเมินระดับธาตุอาหารพืชในดินโดยตรง จะเป็นการประเมินสถานภาพหรือคุณสมบัติที่ส่งผลหรือเกี่ยวข้องกับความสามารถของดินได้อย่างเด่นชัดที่สุด ดังนั้นการประเมินธาตุอาหารพืชในดิน โดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) และธาตุอาหารรอง (แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน) ด้วยวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน สามารถนำมาตีความถึงศักยภาพของดินในการให้ธาตุอาหารพืช หรือปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอสำหรับพืชหนึ่ง ๆ ได้ (อรรณ., 2551) อย่างไรก็ตาม พื้นที่ส่วนใหญ่ โดยเฉพาะพื้นที่ศึกษาในโครงการวิจัยนี้ จะมีลักษณะสภาพภูมิประเทศ หรือความลาดเทที่ไม่สม่ำเสมอ ด้วยเหตุนี้ ปัจจัยทางด้านความสูงต่ำของพื้นที่จึงต้องถูกพิจารณาในการประเมินด้วยเช่นกัน

พื้นที่ลาดชัน คือ สภาพภูมิประเทศที่พบได้ตามพื้นที่สูงของประเทศไทย ลักษณะทั่วไปจะเป็นพื้นที่ภูเขาหรือเทือกเขาสลับซับซ้อนกันไป ส่งผลให้ความลาดชันของพื้นที่มีช่วงที่แตกต่างกันไป ลักษณะและสมบัติของดินที่พบไม่แน่นอน มีทั้งดินลึกและดินตื้น ลักษณะของเนื้อดินและความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของหินต้นกำเนิดในบริเวณนั้น มักมีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินโผล่กระจายตัวไป และเนื่องจากสภาพพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ซึ่งถือว่ายากต่อการจัดการดูแลรักษาสำหรับการเกษตร ปัญหาของพื้นที่ลาดชัน มักเกิดจากการชะล้างพังทลายสูญเสียหน้าดินอย่างรุนแรง การขาดแคลนน้ำ และบางพื้นที่อาจพบชั้นหินพื้นหรือเศษหินกระจายอยู่บริเวณหน้าดิน เป็นต้น

จากข้อมูลข้างต้น การประเมินคุณภาพของดินและการสูญเสียหน้าดินในพื้นที่ลาดชันที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน จึงมีหลักพิจารณาและกระบวนการตามขั้นตอน ดังนี้

### 2.1 การเก็บตัวอย่างดินตามความลาดเทของพื้นที่ที่ไม่สม่ำเสมอ

ความลาดเทหรือความลาดชันในพื้นที่เกษตรกรรม (Slope หรือ Slant) ส่งผลโดยตรงต่อความยากง่ายในการจัดการดิน น้ำ และธาตุอาหารพืช เนื่องจาก ความลาดเทจะส่งอิทธิพลต่อลักษณะและคุณสมบัติทางกายภาพของดิน อาทิ การเก็บกักน้ำของดิน การเคลื่อนที่ของน้ำในดิน การสะสมตะกอนดินหรือการสร้างตัวของอนุภาคของดินที่ทำให้เกิดชั้นดิน และการสะสมของธาตุอาหารในดิน เป็นต้น คำจำกัดความของค่าความลาดเทหรือความลาดชัน หมายถึง อัตราส่วนของความต่างในทางระดับระหว่างจุดสองจุดกับระยะตามแนวนอนระหว่างจุดสองจุดนั้นมีความแตกต่างกัน (ไพฑูรย์, 2538)

เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ที่มีความลาดชัน มักมีสภาพภูมิประเทศที่ไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้คุณภาพของดิน สมบัติของดิน และความเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินมีความแตกต่างกันตามไปด้วย ดังนั้นการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินหรือการกำหนดจุดที่จะสำรวจตามสภาพภูมิประเทศ จึงมีความสำคัญและจำเป็นต้องใช้หลักวิชาการในการวางแผนและดำเนินการ

Ruhe (1960) และ Wysocki et al. (2011) ได้อธิบายรายละเอียดในเรื่องความแตกต่างของสภาพภูมิประเทศในพื้นที่ลาดชัน โดยใช้ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดประเภทของตำแหน่งสภาพภูมิประเทศ ได้แก่ คุณสมบัติของดิน อัตราการไหลของน้ำและตะกอนดิน และอัตราความลาดชัน เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งสภาพภูมิประเทศได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

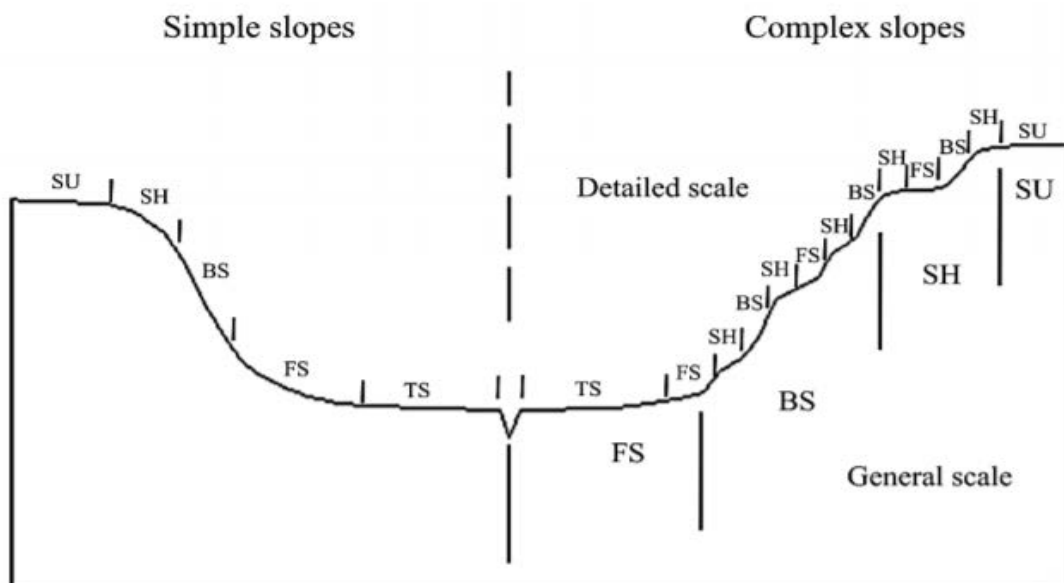
1) Summit (SU) หรือบริเวณส่วนบนยอดเขา คือบริเวณที่สูงที่สุดของสภาพภูมิประเทศใด ๆ ซึ่งอาจเป็นที่ราบสูง หรือมีความลาดเทของพื้นที่ก็ได้

2) Shoulder (SH) หรือบริเวณส่วนไหล่เขา คือบริเวณที่ถัดลงมาจาก Summit มีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดชันแบบรูปกระดุมคว่ำ (Convex slope) ซึ่งพบในบริเวณใกล้ยอดเนินเขา

3) Backslope (BS) หรือบริเวณลาดเขา คือบริเวณที่มีความลาดชันสูง ถัดลงมาจาก Shoulder มีลักษณะความลาดชันแบบเป็นเส้นตรง ไถ่ระดับไปตามเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ ทำให้มีการชะล้างหน้าดินและการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินในบริเวณนี้มากที่สุด

4) Footslope (FS) หรือบริเวณเชิงเขา คือบริเวณที่ถัดลงมาจาก Backslope มีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดชันแบบรูปกระดุมหงาย (Concave slope) ซึ่งพบในบริเวณก้นร่องเขาระหว่างเนิน 2 แห่ง และเนื่องจากพบในบริเวณสภาพภูมิประเทศที่ต่ำลงมาก ทำให้มักพบการชะล้างพังทลายของดินหรือการเคลื่อนย้ายหน้าดินอย่างชัดเจน

5) Toeslope (TS) หรือบริเวณที่ลาดเชิงเขา คือบริเวณที่ถัดลงมาจาก Footslope ซึ่งเป็นบริเวณที่ต่ำที่สุดในบริเวณร่องเขาหรือหุบเขา มักพบว่าจะเป็นที่ทางเดินของน้ำหรือเป็นบริเวณที่น้ำท่วมถึงอยู่บ่อยครั้ง ทำให้เป็นบริเวณที่มีการสะสมตัวของตะกอนดินและเศษซากพืชต่าง ๆ มากที่สุด



ภาพที่ 8 แผนภาพแสดงตำแหน่งของสภาพภูมิประเทศในพื้นที่ลาดชัน

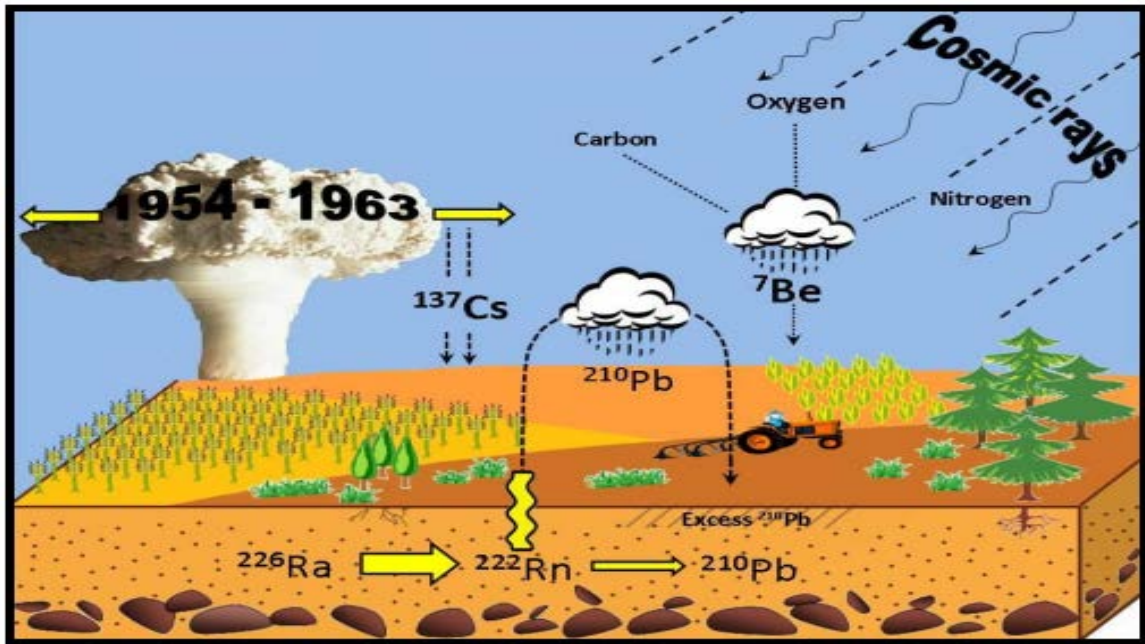
## 2.2 การใช้เทคนิคทางนิวเคลียร์ไอโซโทปเพื่อการประเมินคุณภาพของดินและการสูญเสียหน้าดินในพื้นที่ลาดชัน

ไอโซโทป (Isotope) คืออะตอมต่าง ๆ ของธาตุชนิดเดียวกัน ที่มีจำนวนโปรตอนหรือเลขอะตอมเท่ากัน แต่มีจำนวนนิวตรอนต่างกัน ส่งผลให้เลขมวลต่างกันด้วย และเรียกเป็นไอโซโทปของธาตุนั้น ๆ โดยจะมีสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ที่เหมือนกัน ยกเว้นสมบัติทางนิวเคลียร์ที่เกี่ยวกับมวลอะตอม ธาตุที่มีลักษณะเป็นธาตุไอโซโทป ได้แก่ ธาตุยูเรเนียม (Uranium: U) มี 2 ไอโซโทป คือ ยูเรเนียม-235 เป็นไอโซโทปที่แผ่รังสี และ ยูเรเนียม-238 เป็นไอโซโทปที่ไม่แผ่รังสี หรือ ชาติซีเซียม (Caesium: Cs) ที่พบในธรรมชาติ คือ ซีเซียม-133 ส่วน ซีเซียมไอโซโทปที่เสถียร ได้แก่ ซีเซียม-134 และ ซีเซียม-137 เป็นต้น

การศึกษาเทคนิคทางนิวเคลียร์เพื่อนำมาใช้ในการประเมินติดตามการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่เกษตรกรรม ได้มีการศึกษา วิจัยอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในต่างประเทศ ที่จะใช้การติดตามปริมาณของกานิวไคลด์กัมมันตรังสี (fallout radionuclides : FRNs) ที่กระจายอยู่ตามสิ่งแวดล้อม เนื่องจาก กานิวไคลด์กัมมันตรังสี จะสามารถถูกเคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งได้ในทุกสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ เพราะ กานิวไคลด์กัมมันตรังสี สามารถอาศัยอยู่ในชั้นบรรยากาศ ชั้นดิน ชั้นหิน หรือแหล่งน้ำได้อย่างอิสระ ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้การติดตามและประเมินปริมาณกานิวไคลด์กัมมันตรังสีสามารถใช้ในการศึกษาปริมาณการชะล้างพังทลายของดินหรือการสูญเสียหน้าดินได้ และเพื่อที่จะทำให้เข้าใจในเรื่องการใช้ธาตุไอโซโทปเพื่อการประเมินคุณภาพของดินและการสูญเสียหน้าดินในพื้นที่ลาดชันให้มากขึ้นนั้น จึงจำเป็นต้องอธิบายในเรื่องของ นิวไคลด์กัมมันตรังสี ให้มากขึ้น

นิวไคลด์กัมมันตรังสี หรือ ไอโซโทปกัมมันตรังสี คือ อะตอมของธาตุที่ไม่เสถียร ก่อให้เกิดการสลายตัวของอะตอมดังกล่าว จึงทำให้เกิดพลังงานภายในนิวเคลียสของอะตอมที่สูงมาก จนสามารถปลดปล่อยอนุภาคกัมมันตรังสี เพื่อให้นิวเคลียสของอะตอมกลับไปสู่สภาวะที่เสถียรอีกครั้ง กระบวนการปลดปล่อยพลังงานอนุภาคของอะตอมนี้จะเรียกว่า นิวไคลด์กัมมันตรังสี ที่กำลังเกิดการสลายตัวและให้กัมมันตรังสีออกมา ซึ่งรังสีที่ปลดปล่อยออกมานั้น ได้แก่รังสีแกมมา และ/หรือ อนุภาคย่อยของอะตอม เช่น อนุภาคอัลฟา หรืออนุภาคบีตา เป็นต้น ที่มาหรือกระบวนการเกิดนิวไคลด์กัมมันตรังสีสามารถเกิดขึ้นได้ อาทิ

- 1) เกิดจากจากการทดลองอาวุธนิวเคลียร์ความร้อน (thermonuclear weapon tests) ในปี ค.ศ. 1950 - 1960 ได้แก่ ซีเซียม-137 ( $^{137}\text{Cs}$ )
- 2) นิวไคลด์กัมมันตรังสีที่เกิดทางธรณี (geogenic radioisotopes) ได้แก่ ตะกั่ว-210 ( $^{210}\text{Pb}$ )
- 3) นิวไคลด์กัมมันตรังสีที่เกิดจากรังสีคอสมิก (cosmogenic radioisotopes) ได้แก่ เบริลเลียม-7 ( $^7\text{Be}$ )



ที่มา: Zupanc and Mabit, 2010.

ภาพที่ 9. ที่มาหรือกระบวนการเกิดนิวไคลด์กัมมันตรังสี ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^7\text{Be}$ , และ  $^{210}\text{Pb}$ )

นิวไคลด์กัมมันตรังสี ที่เกิดจากรังสีพื้นหลัง (background radiation) หรือรังสีจากสิ่งแวดล้อมซึ่งมีที่มาจากหลายแหล่ง เช่น รังสีคอสมิกจากอวกาศ รังสีจากสารกัมมันตรังสีตามธรรมชาติที่มีอยู่ในดิน น้ำ อากาศ อาหาร รวมทั้งที่มีอยู่ในร่างกายมนุษย์ นั้น มีปริมาณการแพร่กระจายในปริมาณที่น้อย เมื่อเทียบกับการแพร่กระจายของนิวไคลด์ที่เกิดจากการทดลองอาวุธนิวเคลียร์ความร้อน จากภาพที่ 9. สามารถอธิบายได้ว่าการกำเนิดนิวไคลด์กัมมันตรังสีจากแหล่งที่มาต่าง ๆ ทั้งจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ จากรังสีคอสมิกในอวกาศ หรือ ในกรณีพื้นฐานได้เป็โลก จะเริ่มต้นโดยธาตุกัมมันตรังสีที่นิวเคลียสของอะตอมอยู่ในสถานะที่ไม่เสถียร ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^7\text{Be}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ) โดยกฎของฟิสิกส์นิวเคลียร์ กล่าวไว้ว่า ธาตุกัมมันตรังสีต่าง ๆ จะปลดปล่อยรังสีแกมมา อัลฟา และ/หรือเบต้า จนกว่าธาตุนั้นจะอยู่ในสถานะที่เสถียรตามธรรมชาติ และจะปรากฏธาตุใหม่เกิดขึ้นหลังจากที่ได้แผ่รังสีแอลฟา หรือรังสีบีตาเสมอ กล่าวคือ ธาตุกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งจะสลายตัวเกิดธาตุใหม่ได้นั้น หากธาตุใหม่เป็นธาตุกัมมันตรังสี (นิวเคลียสไม่เสถียร) ก็จะสลายตัวต่อไปอีกเรื่อย ๆ จนกว่าจะเกิดธาตุใหม่ที่มีนิวเคลียสที่เสถียร ซึ่งข้อความข้างต้นสอดคล้องกับสมมติฐานของรัทเทอร์ฟอร์ดและซอดดี (Rutherford and Soddy's law for radioactive decay, 1902) ที่สรุปได้ ดังนี้

1. ธาตุกัมมันตรังสีจะสลายให้ธาตุใหม่เสมอ โดยปล่อยอนุภาคแอลฟา อนุภาคเบตา ซึ่งธาตุใหม่ที่ได้จะมีสมบัติทางเคมีต่างไปจากธาตุเดิม และธาตุใหม่อาจเป็นธาตุกัมมันตรังสีก็ได้
2. การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี จะไม่ขึ้นกับปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกนิวเคลียส เช่น อุณหภูมิ หรือความดัน เป็นต้น แต่ทุกนิวเคลียสจะมีโอกาสในการสลายตัวได้เท่า ๆ กัน แต่บอกไม่ได้ว่านิวเคลียสใดสลายก่อนหรือหลัง

ด้วยเหตุนี้ การคัดเลือกนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มีความเสถียร หรือ นิวไคลด์กัมมันตรังสีที่ยังไม่เสถียร แต่มีค่าครึ่งชีวิตที่ยาวนาน และอยู่ในช่วงท่ายของอนุกรมการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี จึงมักจะถูกนำมาใช้ในการศึกษาปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน

แม้ว่า ธาตุซีเซียม  $^{137}\text{Cs}$  ( $^{137}\text{Cs}$ ) จะถูกนำมาใช้ศึกษาในด้านการชะล้างหรือทับถมของตะกอนดินอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะงานวิจัยทางด้านเกษตรกรรม สิ่งแวดล้อม และสาธารณสุข สืบเนื่องมาจากการที่มีปริมาณของนิวไคลด์ของธาตุซีเซียมแพร่กระจายจากชั้นบรรยากาศโลกลงสู่ในห่วงโซ่อาหารเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ในช่วงทศวรรษที่ 60 และจากกรณีของโรงไฟฟ้าเชอร์โนบีลระเบิดในปี ค.ศ.

1986) ก็ตาม (Matisoff and Whiting, 2011; Ritchie and Ritchie, 2007) จึงทำให้สามารถตรวจวัดปริมาณของนิวไคลด์ของธาตุซีเซียมได้ชัดเจนกว่าธาตุอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม การใช้นิวไคลด์ของธาตุตะกั่ว  $^{210}\text{Pb}$  ในการศึกษาวิจัย ก็มีข้อดีต่าง ๆ มากมาย อาทิ  $^{210}\text{Pb}$  สามารถตรวจวัดปริมาณและอัตราในการทับถมของตะกอนดินได้ดีที่สุด เพราะด้วยธรรมชาติของอนุกรมการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ที่มีแหล่งกำเนิดมาจากธาตุเรเดียม  $^{226}\text{Ra}$  ซึ่งมีที่มาจากธรณีสัณฐาน จึงทำให้เหมาะสมกับงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ทางดินมากที่สุด (Robbins, 1978) นอกจากนี้ งานวิจัยของ Mabit et al. (2008) รายงานว่า การเคลื่อนที่และการสะสมตัวของ  $^{210}\text{Pb}$  ในชั้นบรรยากาศโลกนั้น มีปริมาณสูงที่สุด เมื่อเทียบกับนิวไคลด์ของธาตุอื่น ๆ และพบว่า  $^{210}\text{Pb}$  ในชั้นดินและหิน สามารถเคลื่อนย้ายได้ในแนวตั้ง โดยไม่มีสิ่งรบกวน เช่นเดียวกับ  $^{137}\text{Cs}$  แต่  $^{210}\text{Pb}$  จะสะสมตัวอยู่ในชั้นหน้าดินมากที่สุด เพราะฉะนั้น Mabit et al. (2008) จึงสรุปไว้ว่า นิวไคลด์ของธาตุตะกั่ว  $^{210}\text{Pb}$  สามารถนำมาใช้ในการศึกษาวิจัยด้านการเคลื่อนย้ายของมวลดินหรือตะกอนดินได้ดีเช่นเดียวกับนิวไคลด์ของธาตุซีเซียม  $^{137}\text{Cs}$  แต่ธาตุตะกั่ว  $^{210}\text{Pb}$  จะมีการสะสมของปริมาณกัมมันตรังสีอย่างต่อเนื่อง (Continuous fallout) ทำให้สามารถศึกษาการชะล้างพังทลายของดินได้ใน 1. ฤดูกาลปลูก ซึ่งแตกต่างจากนิวไคลด์ของธาตุซีเซียม  $^{137}\text{Cs}$  ที่สามารถศึกษาการเคลื่อนย้ายของดินได้ในระยะเวลาที่ยาวนานกว่านั้น จึงเหมาะสมกับงานวิจัยด้านธรณีวิทยาหรือสมุทรศาสตร์มากกว่า

ตะกั่ว- $^{210}\text{Pb}$  นับเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการประเมินความแปรปรวนเชิงพื้นที่ของอัตราทับถมของตะกอนดิน ในช่วงระยะประมาณ 100 ปี  $^{210}\text{Pb}$  มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 22.3 ปี ในชั้นบรรยากาศ  $^{210}\text{Pb}$  จากการสลายของธาตุเรดอน  $^{222}\text{Rn}$  และถูกขจัดออกจากชั้นบรรยากาศในรูปของฝุ่นกัมมันตรังสี (fallout) ในสภาพแวดล้อมทางทะเล  $^{210}\text{Pb}$  จะจับกับพื้นผิวของอนุภาคแขวนลอยและผสมรวมเข้าเป็นเนื้อเดียวกับตะกอนตกลงสู่ใต้ท้องทะเล (ชินชฐา และคณะ, 2556) ในชั้นดิน อนุกรมการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสีของธาตุตะกั่ว- $^{210}\text{Pb}$  เริ่มต้นจากการสลายตามธรรมชาติของยูเรเนียม-238 ในดิน ซึ่งจะเรียงลำดับอนุกรมได้ดังนี้ (โกมล, 2555)

- 1) ยูเรเนียม-238 มีอายุครึ่งชีวิต 4.5 พันล้านปี เมื่อสลายตัว จะปลดปล่อยอนุภาคแอลฟา กลายเป็นทอเรียม-234
- 2) ทอเรียม-234 มีอายุครึ่งชีวิต 24.5 วัน เมื่อสลายตัว จะปลดปล่อยอนุภาคบีตาและรังสีแกมมา กลายเป็นโพแทสเซียม-234
- 3) โพแทสเซียม-234 มีอายุครึ่งชีวิต 269,000 ปี เมื่อสลายตัว จะปลดปล่อยอนุภาคบีตาและรังสีแกมมา กลายเป็นทอเรียม-230
- 4) ทอเรียม-230 มีอายุครึ่งชีวิต 83,000 ปี เมื่อสลายตัว จะปลดปล่อยอนุภาคแอลฟาและรังสีแกมมา กลายเป็นเรเดียม-226
- 5) เรเดียม-226 มีอายุครึ่งชีวิต 1,590 ปี เมื่อสลายตัว จะปลดปล่อยอนุภาคแอลฟาและรังสีแกมมา กลายเป็นเรดอน-222
- 6) เรดอน-222 มีอายุครึ่งชีวิต 3,825 วัน เมื่อสลายตัว จะปลดปล่อยอนุภาคแอลฟา กลายเป็นพอโลเนียม-218
- 7) พอโลเนียม-218 มีอายุครึ่งชีวิต 3.05 นาที เมื่อสลายตัว จะปลดปล่อยอนุภาคแอลฟา กลายเป็นตะกั่ว-214
- 8) ตะกั่ว-214 มีอายุครึ่งชีวิต 26.8 นาที เมื่อสลายตัว จะปลดปล่อยอนุภาคบีตาและรังสีแกมมา กลายเป็นบิสมัท-214
- 9) บิสมัท-214 มีอายุครึ่งชีวิต 19.7 นาที เมื่อสลายตัว จะปลดปล่อยอนุภาคแอลฟาและอนุภาคบีตา กลายเป็นพอโลเนียม-214
- 10) พอโลเนียม-214 มีอายุครึ่งชีวิต 150 ไมโครวินาที เมื่อสลายตัว จะปลดปล่อยอนุภาคแอลฟา กลายเป็นทลเลียม-210

- 11) แพลเลียม-210 มีอายุครึ่งชีวิต 1.32 นาที เมื่อสลายตัว จะปลดปล่อยอนุภาคบีตา กลายเป็นตะกั่ว-210
- 12) ตะกั่ว-210 มีอายุครึ่งชีวิต 22.3 ปี เมื่อสลายตัว จะปลดปล่อยอนุภาคบีตา กลายเป็นบิสมัท-210
- 13) บิสมัท-210 มีอายุครึ่งชีวิต 5 วัน เมื่อสลายตัว จะปลดปล่อยอนุภาคบีตา กลายเป็นพอลอเนียม-210
- 14) พอลอเนียม-210 มีอายุครึ่งชีวิต 138 วัน เมื่อสลายตัว จะปลดปล่อยอนุภาคแอลฟาและรังสีแกมมา กลายเป็นตะกั่ว-206

15) ตะกั่ว-206 ซึ่งเป็นไอโซโทปที่มีความเสถียรของตะกั่ว

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นว่า ตะกั่ว-210 มีอายุครึ่งชีวิตที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาวิจัย เนื่องจากสามารถการระบุนคราไอโซโทปได้อย่างถูกต้องแม่นยำที่สุด เพราะธาตุอื่น ๆ มีการสลายตัวที่รวดเร็วกินไป ทำให้ไม่สามารถตรวจวัดธาตุนั้นๆ ได้ทันเวลา

การศึกษาปริมาณการแพร่กระจายหรือการเคลื่อนย้ายของมวลดิน (Soil redistribution rates) โดยใช้การกระจายการสะสมของตะกั่ว-210 ตามสภาพภูมิประเทศ สามารถทราบถึงอัตราและปริมาณการชะล้างพังทลายของดินได้ กล่าวคือ การใช้ตะกั่ว-210 สำหรับเป็น radionuclide tracer มีความสัมพันธ์กับดินหรือตะกอน และต้องคัดเลือกพื้นที่ที่ไม่มีการถูกรบกวนด้วยกิจกรรมใดๆ ไว้เป็นพื้นที่อ้างอิง (reference sites) โดยที่พื้นที่อ้างอิงนี้จำเป็นต้องเป็นพื้นที่ที่ไม่เกิดกระบวนการชะล้างพังทลายหรือการทับถมของดินใดๆทั้งสิ้น เมื่อนำตัวอย่างดินในพื้นที่อ้างอิงนี้ไปวิเคราะห์หาปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  Activity ต่อดิน 1 กิโลกรัม มีหน่วยเป็น Bq/kg.dw จากนั้นนำค่า  $^{210}\text{Pb}$  Activity ที่ได้นำมาคำนวณหาปริมาณตะกั่ว-210 ต่อพื้นที่ เรียกว่า inventory of  $^{210}\text{Pbs}$  มีหน่วยเป็น Bq/m<sup>2</sup> เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่า  $^{210}\text{Pb}$  Inventory ของดินในพื้นที่ศึกษา (local condition) กับค่า  $^{210}\text{Pbs}$  Inventory ของดินในตำแหน่งอ้างอิง (reference) (Mabit et al., 2008; Walling and Quine, 1993)

เพราะฉะนั้นความเป็นไปได้ของผลลัพธ์ที่ได้ คือ

- 1)  $^{210}\text{Pb}$  Inventory of local condition มีค่าใกล้เคียงกับ  $^{210}\text{Pbs}$  Inventory of reference หมายถึง บริเวณที่ศึกษาเป็นจุดที่เสถียร (stable) หมายถึง ดินไม่มีการเคลื่อนย้ายออกไปหรือการเคลื่อนย้ายของดินมาทับถม
- 2)  $^{210}\text{Pb}$  Inventory of local condition มีค่าน้อยกว่า  $^{210}\text{Pbs}$  Inventory of reference หมายถึง บริเวณที่ศึกษาเกิดการชะล้างพังทลายของดิน
- 3)  $^{210}\text{Pb}$  Inventory of local condition มีค่ามากกว่า  $^{210}\text{Pbs}$  Inventory of reference หมายถึง บริเวณที่ศึกษาเกิดการเคลื่อนย้ายมาทับถมของตะกอนดิน

การประเมินอัตราการชะล้างพังทลายของดินจากปริมาณซีเซียม 137 โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในพื้นที่เกษตรที่มีการไถพรวนที่มีประสิทธิภาพ คือ Mass Balance Model II (Walling et al., 2014) มีสมการและรายละเอียดคำนวณ ดังนี้

$$d(A)/dt = (1 - l')(t) - (\lambda + (PR/d))A(t)$$

โดยที่  $A(t)$  คือ  $^{210}\text{Pb}$  Inventory (Bq/m<sup>2</sup>)

$t$  คือ ช่วงเวลาเริ่มต้นที่มีการกระจายของ ภาคนิวไคลด์  $^{210}\text{Pb}$  (yr)

$R$  คือ อัตราการชะล้างพังทลายของดิน (kg/m<sup>2</sup>/yr)

$d$  คือ ความลึกของตะกอนดินที่มีการสะสม ซึ่งจะอ้างอิงถึงความลึกของชั้นไถพรวน (kg/m<sup>2</sup>)

$\lambda$  คือ ค่าคงที่ของการสลายตัวของ  $^{210}\text{Pb}$  (yr) เท่ากับ 0.03114 yr

$l(t)$  คือ อัตราการสะสมของภาคนิวไคลด์  $^{210}\text{Pb}$  (annual deposition flux) ณ เวลา  $t$  (Bq/m<sup>2</sup>/yr)

$l'$  คือ อัตราส่วนของตะกอนดิน ( $^{210}\text{Pb}$ ) ที่ถูกชะล้างพังทลายก่อนที่จะปะปนกับชั้นไถพรวน

$P$  คือ ค่าปัจจัยคงที่ของขนาดอนุภาค โดยที่  $P = P' = 1$

สำหรับ  $^{210}\text{Pb}$  ค่า  $I(t)$  สามารถหาได้จากสมการ

$$I(t) = \lambda(A_{\text{ref}})$$

โดยที่  $A_{\text{ref}}$  คือ  $^{210}\text{Pb}$  Inventory of reference (Bq/m<sup>2</sup>)

สำหรับ  $^{210}\text{Pb}$  ค่า  $I'$  สามารถหาได้จากสมการ

$$I' = PY (1 - e^{-R/H})$$

โดยที่  $Y$  คือ อัตราสวนของปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ที่สะสมในดิน กับที่ถูกชะล้างหายไป  
 $H$  คือ ความลึกของมวลตะกอนดินที่มีการแพร่กระจายของ  $^{210}\text{Pb}$  ในชั้นหน้าตัดดิน (kg/m<sup>2</sup>)



## ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

### ระยะเวลาดำเนินการ

ระยะเวลาโครงการ 2 ปี

วันที่เริ่มต้น 1 ตุลาคม 2562 วันที่สิ้นสุด 30 กันยายน 2564

### สถานที่ดำเนินการ

หมู่ที่ 1 บ้านท่าดินแดง วังขยาย ตำบลปรางค์ผล อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี  
พิกัด (14°56'36.7"N 98°36'15.7"E) หรือ 1652130.05N / 457429.60E

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

#### 1. การศึกษาภาคสนามและเก็บตัวอย่างดิน

- 1) ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างดิน แบบซิปล็อค
- 2) ถุงพลาสติกหิ้ว
- 3) ถุงพลาสติกใส
- 4) เทปกาวย่น
- 5) เทปพันสายไฟ
- 6) เชือกไนลอน
- 7) สีสเปรย์
- 8) ปากกาเมจิก
- 9) ไม้ปักหมุด
- 10) กระบอกเก็บตัวอย่างดิน
- 11) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างตะกอนดิน แบบไม่รบกวนโครงสร้าง (sediment core sampler)
- 12) เครื่องมือบอกพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS)
- 13) แผนที่ข้อมูลดิน

#### 2. การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

- 1) เครื่องมือวัดรังสีไอโซโทปในดิน (Alpha spectrometry)
- 2) UV-Vis Spectrophotometer รุ่น Lambda35, Perkin Elmer
- 3) Atomic Absorption Spectrophotometer รุ่น SensAA, GBC
- 4) Flame Photometer รุ่น M420, Sherwood
- 5) pH meter รุ่น Docu-pH meter, Sartorius
- 6) Balance
- 7) Auto-tritator (Brand)
- 8) Auto-dilutor (Metromh)
- 9) Mixer
- 10) เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์
- 11) สารเคมี AR Grade

## วิธีการดำเนินงานโครงการวิจัย

### 1. การวางแผนการทดลองและการศึกษา ค้นคว้าวิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคนิคในการประเมินอัตราการชะล้างพังทลายเปรียบเทียบทั้งการทับถมของตะกอนดินและการสูญเสียหน้าดิน รวมทั้งศึกษาผลกระทบจากการเกิดการชะล้างพังทลายดิน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพดินในพื้นที่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การคัดเลือกพื้นที่ : ทำการคัดเลือกกลุ่มน้ำขนาดเล็กที่เป็นพื้นที่เกษตร มีความลาดชันสูง และมีวิกฤตต่อการสูญเสียหน้าดิน โดยมุ่งเป้าหมายไปที่อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน พื้นที่ที่ไม่ถูกรบกวนจากการทำเกษตรกรรม และพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยได้ประสานงานกับสถานีพัฒนาที่ดินกาญจนบุรี และสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 10 จังหวัดราชบุรี

2) รวบรวมและจัดเตรียมข้อมูล : ทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการชะล้างพังทลายดินโดยน้ำฝน เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณความหนาแน่นของฝน ข้อมูลดิน ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน แผนที่ชั้นความสูง เป็นต้น จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้ เข้าสู่ระบบเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (GIS) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในรูปแบบของแผนที่ต่อไป

### 2. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ทฤษฎีเบื้องต้นการนำเทคนิค Fallout Radio Nuclides : FRNs นำมาใช้ในการศึกษาการชะล้างพังทลายและการทับถมของตะกอนดินด้วยนิวไคลด์ของ  $^{210}\text{Pb}$  คือการอนุมานว่า เมื่อ  $^{210}\text{Pb}$  ที่กระจายในบรรยากาศตกลงบนผิวดิน  $^{210}\text{Pb}$  จะต้องมีการฟุ้งกระจายตกบนผิวดินอย่างสม่ำเสมอ และ ด้วยสมมติของ  $^{210}\text{Pb}$  ที่สามารถยึดติดหรือสะสมกับอนุภาคดินขนาดเล็กบนผิวดินได้ดี ดังนั้น การเก็บตัวอย่างดินจึงต้องครอบคลุมในทุกพื้นที่ โดยเฉพาะในทุกระดับความลาดชันของพื้นที่ทดลอง

การเก็บตัวอย่างดิน : เป็นการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาด้านปริมาณและคุณภาพของดินที่สูญเสียและการทับถมในบางบริเวณ โดยมีรายละเอียดดังนี้

การเก็บตัวอย่างดิน : ทำการเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ทดลอง 3 ประเภท คือ

- (1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ
- (2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)
- (3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน



ภาพที่ 10 พื้นที่แปลงทดลองทั้ง 3 ประเภท



ภาพที่ 1.1. พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ



ภาพที่ 1.2. พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน



ภาพที่ 1.3. พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน

ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง แบ่งตามช่วงฤดูกาล จำนวน 3 ครั้ง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณน้ำฝน และกิจกรรมการเพาะปลูกได้แก่

- (1) เดือนเมษายน
- (2) เดือนมิถุนายน
- (3) เดือนสิงหาคม

ตำแหน่งในการเก็บตัวอย่างดินจะเก็บตามแนวระดับของชั้นความสูง 5 ระดับ แต่ละระดับห่างกันประมาณ 5 ถึง 10 เมตร ได้แก่

- (1) บริเวณ summit
- (2) บริเวณ shoulder
- (3) บริเวณ backslope
- (4) บริเวณ footslope
- (5) บริเวณ toeslope

โดยแต่ละระดับทำการเก็บ 3 จุด (ด้านซ้าย ตรงกลาง และด้านขวาของพื้นที่ทดลอง) ซึ่งแต่ละจุดมีการบันทึกจุดพิกัด และสุ่มเจาะดินโดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างดินทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร เจาะลึก 30 เซนติเมตร สุ่มเจาะประมาณ 1 ถึง 2 ตัวอย่าง เพื่อให้ได้ดินแต่ละจุดประมาณ 500 กรัม โดยแต่ละตัวอย่าง แบ่งเป็นชั้นตามระดับความลึกของดิน ชั้นละ 10 เซนติเมตร ได้แก่ 0 ถึง 10 เซนติเมตร 10 ถึง 20 เซนติเมตร และ 20 ถึง 30 เซนติเมตร จากนั้นนำตัวอย่างดินใส่ในถุงพลาสติกซีลลิคเพื่อส่งตัวอย่างดินวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินและปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของ  $^{210}\text{Pb}$  ต่อไป

### 3. การวิเคราะห์ตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ

เมื่อได้เก็บตัวอย่างดินภาคสนามที่ใส่ในถุงพลาสติกซีลลิคแล้วนั้น ลำดับต่อไปจะต้องแบ่งตัวอย่างดินของแต่ละจุด ออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) ส่วนที่ 1 ส่งห้องปฏิบัติการของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 10 กรมพัฒนาที่ดินเพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีทั่วไป ได้แก่ pH (pH:H<sub>2</sub>O 1:1), EC (1:5; dS/m), OM (Walkley & Black; %), P (Bray II; mg/kg), K (NH<sub>4</sub>OAc pH7. Flame photometry; mg/kg), Ca (NH<sub>4</sub>OAc pH7. AAS; mg/kg), Mg (NH<sub>4</sub>OAc pH7. AAS; mg/kg) เป็นต้น

2) ส่วนที่ 2 ส่งห้องปฏิบัติการ ณ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ เพื่อวิเคราะห์  $^{210}\text{Pb}$  ต่อไป

ขั้นตอนการจัดการตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย

(1) นำตัวอย่างดินทั้งหมด ส่งห้องปฏิบัติการของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 10 กรมพัฒนาที่ดิน แล้วจึงชั่งน้ำหนักดินก่อนการอบหรือตากดิน บันทึกเป็น “น้ำหนักดินก่อนอบ”

(2) อบหรือตากตัวอย่างดิน

(3) ชั่งน้ำหนักดินหลังการอบหรือตากดิน บันทึกเป็น “น้ำหนักดินหลังอบ”

(4) นำข้อมูลจากข้อ (1) และ (3) ส่งให้สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ เพื่อใช้คำนวณค่าความเข้มข้น และใช้คำนวณปริมาณไอโซโทป  $^{210}\text{Pb}$  ต่อปริมาตรดินต่อไป

(5) หลังจากอบตัวอย่างดินแล้ว ให้ชั่งน้ำหนักดินในแต่ละตัวอย่าง จำนวน 50 กรัม ใส่ในถุงซีลลิค แยกต่างหาก เพื่อการวิเคราะห์ปริมาณไอโซโทป  $^{210}\text{Pb}$  ณ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ

(6) สำหรับดินที่เหลือในข้อ 5 นั้น ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สพข.10 สามารถทำการวิเคราะห์หาปริมาณ pH OM EC N.P.K.Ca และ Mg ต่อไป

#### 4. การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล

(1). การวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินหรือคุณภาพของดิน โดยการเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของดินร่วมกับพื้นที่ทดลองที่มีความแตกต่างกัน ประเภทความลาดชัน ระดับความลึกของดิน และช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่างดิน

(2). การวิเคราะห์อัตราการชะล้างพังทลายดินโดยใช้ข้อมูลจาก สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ เพื่อนำผลข้อมูลวิเคราะห์หาค่าความแรงของรังสี  $^{210}\text{Pbex}$  ในดินด้วยเครื่อง Alpha spectrometry ตามวิธีทางนิวเคลียร์เทคนิคอื่น ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ นำหาปริมาณไอโซโทป  $^{210}\text{Pbex}$  โดยใช้เทคนิค FRNs เพื่อหาปริมาณการแพร่กระจายหรือการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate) จากโมเดล Mass balance model II (Walling et al., 2002)

#### 5. วิจัยและสรุปผลการทดลอง

โดยนำผลการทดลองที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์และวิจัยสรุปผลการทดลอง และอธิบายคำแนะนำหรือข้อเสนอแนะให้แก่เกษตรกร สำหรับการป้องกันและวิธีการจัดการดินตามหลักการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในพื้นที่ทดลองต่อไป

## ผลการวิจัยและวิจารณ์

### 1. การประเมินคุณภาพของดินและความอุดมสมบูรณ์ของดิน

หลังจากที่ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินจากทั้ง 3 แหล่งพื้นที่ ประกอบด้วย (1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration) และ (3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน แบ่ง transaction หรือ ระยะการเก็บตัวอย่างดิน ตามประเภทของความลาดชัน คือ (1) บริเวณ summit (2) บริเวณ shoulder (3) บริเวณ backslope (4) บริเวณ footslope และ (5) บริเวณ toeslope ที่ระดับความลึกของดิน 3 ระดับ ประกอบด้วย (1) 0 ถึง 10 เซนติเมตร (2) 10 ถึง 20 เซนติเมตร และ (3) 20 ถึง 30 เซนติเมตร โดยเก็บข้อมูลแบ่งตามช่วงระยะเวลาได้ 3 ช่วง ได้แก่ (1) เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) (2) เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) และ (3) เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) เสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น ได้ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ pH, EC, OM, P, K, Ca และ Mg ซึ่งผลการทดลองที่ได้สามารถอธิบายได้ ดังนี้

#### 1.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)

ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) พบว่าพื้นที่ทดลองทั้งสามแหล่งมีความแตกต่างกันของค่า pH อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่ามีค่าเฉลี่ย pH น้อยที่สุด (pH มีค่าเท่ากับ 4.83) รองลงมาคือ พื้นที่ป่าทางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน...ที่สุด (pH มีค่าเท่ากับ 5.04) และพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน...มีค่าเฉลี่ย pH สูงที่สุด เท่ากับ 5.71

จากข้อมูลในตารางที่ 3 พบว่าค่าเฉลี่ย pH เมื่อเปรียบเทียบกับประเภทของความลาดชันและระดับความลึก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ซึ่งอธิบายแยกตามพื้นที่ศึกษาได้ ดังนี้

พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ...สามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ย pH จากทุกระดับความลึกตามประเภทความลาดชันจากค่าสูงสุดไปต่ำสุดได้ คือ Toeslope > Footslope > Backslope > Summit > Shoulder ตามลำดับ โดยที่บริเวณ Toeslope ซึ่งเป็นตำแหน่งต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ย pH สูงที่สุด (เท่ากับ 4.91-5.03 และ 5.10 ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ)

พื้นที่ป่าทางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน...สามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ย pH จากทุกระดับความลึกตามประเภทความลาดชันจากค่าสูงสุดไปต่ำสุดได้ คือ Backslope > Shoulder > Footslope > Summit > Toeslope ตามลำดับ พบค่าเฉลี่ย pH สูงสุด ณ ตำแหน่ง Backslope (เท่ากับ 5.07, 5.17 และ 5.15 ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ)

พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน...สามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ย pH จากทุกระดับความลึกตามประเภทความลาดชันจากค่าสูงสุดไปต่ำสุดได้ คือ Footslope > Backslope > Toeslope > Summit > Shoulder ตามลำดับ พบค่าเฉลี่ย pH สูงสุด ณ ตำแหน่ง Footslope (เท่ากับ 5.86, 5.81 และ 5.94 ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) (1:1)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	5.72	5.57	5.68	5.75	5.84	5.711
10 - 20	4.91	4.77	4.73	4.58	4.61	4.719
20 - 30	5.10	4.90	4.94	4.82	4.90	4.932
ค่าเฉลี่ย (Mean)	5.244	5.080	5.116	5.049	5.114	5.121
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	4.98	5.01	5.07	5.08	5.00	5.030
10 - 20	4.96	5.06	5.17	5.08	5.10	5.075
20 - 30	4.89	5.00	5.15	5.01	4.96	5.001
ค่าเฉลี่ย (Mean)	4.944	5.024	5.130	5.058	5.019	5.035
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	5.67	5.86	5.65	5.62	5.54	5.668
10 - 20	5.70	5.81	5.74	5.67	5.67	5.718
20 - 30	5.63	5.94	5.80	5.57	5.72	5.731
ค่าเฉลี่ย (Mean)	5.668	5.870	5.728	5.620	5.642	5.706

ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ในกรณีเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) พบว่าพื้นที่ทดลองทั้งสามแหล่งมีความแตกต่างกันของค่า pH อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่ามีค่าเฉลี่ย pH น้อยที่สุด (pH มีค่าเท่ากับ 4.98) รองลงมาคือ พื้นที่ป่าทางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน ที่สุด (pH มีค่าเท่ากับ 5.13) และพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน มีค่าเฉลี่ย pH สูงที่สุด เท่ากับ 5.74

จากข้อมูลในตารางที่ 4 พบว่าค่าเฉลี่ย pH เมื่อเปรียบเทียบกับประเภทของความลาดชันและระดับความลึก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ซึ่งอธิบายแยกตามพื้นที่ศึกษาได้ ดังนี้

พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ สามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ย pH จากทุกระดับความลึกตามประเภทความลาดชันจากค่าสูงสุดไปต่ำสุดได้ คือ Toeslope > Footslope > Backslope > Summit > Shoulder ตามลำดับ โดยที่บริเวณ Toeslope ซึ่งเป็นตำแหน่งต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ย pH สูงที่สุด (เท่ากับ 5.25-5.19 และ 5.30 ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ)

พื้นที่ป่าทางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน สามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ย pH จากทุกระดับความลึกตามประเภทความลาดชันจากค่าสูงสุดไปต่ำสุดได้ คือ Backslope > Footslope > Summit > Shoulder > Toeslope ตามลำดับ พบค่าเฉลี่ย pH สูงสุด ณ ตำแหน่ง Backslope (เท่ากับ 5.28, 5.23 และ 5.15 ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ)

พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน สามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ย pH จากทุกระดับความลึกตามประเภทความลาดชันจากค่าสูงสุดไปต่ำสุดได้ คือ Footslope >



Summit > Shoulder > Backslope > Toeslope ตามลำดับ. พบค่าเฉลี่ย pH สูงสุด ณ ตำแหน่ง Footslope (เท่ากับ 5.84 5.87 และ 5.98 ที่ระดับความลึก 0 - 10 10 - 20 และ 20 - 30 เซนติเมตร ตามลำดับ)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) (1:1)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	5.25	5.01	5.01	4.68	4.72	4.934
10 - 20	5.19	5.01	4.88	4.88	4.88	4.969
20 - 30	5.30	5.05	5.06	4.92	4.93	5.051
ค่าเฉลี่ย (Mean)	5.243	5.023	4.986	4.826	4.846	4.985
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	5.26	5.18	5.28	5.16	5.17	5.210
10 - 20	5.08	5.08	5.23	5.10	5.13	5.125
20 - 30	4.98	5.09	5.15	5.07	5.04	5.067
ค่าเฉลี่ย (Mean)	5.109	5.118	5.219	5.112	5.113	5.134
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	5.61	5.84	5.41	5.72	5.65	5.644
10 - 20	5.63	5.87	5.66	5.71	5.77	5.728
20 - 30	5.57	5.98	5.89	5.73	6.12	5.861
ค่าเฉลี่ย (Mean)	5.603	5.898	5.653	5.721	5.846	5.744

ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) พบว่าพื้นที่ทดลองทั้งสามแหล่งมีความแตกต่างกันของค่า pH อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 โดยที่ พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่ป่าบางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน พบว่ามีค่าเฉลี่ย pH ใกล้เคียงกัน (pH มีค่าเท่ากับ 5.07 และ 5.08 ตามลำดับ) แต่พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน มีค่าเฉลี่ย pH สูงที่สุด เท่ากับ 5.79

จากข้อมูลในตารางที่ 5 พบว่าค่าเฉลี่ย pH เมื่อเปรียบเทียบกับประเภทของความลาดชันและระดับความลึก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ซึ่งอธิบายแยกตามพื้นที่ศึกษาได้ ดังนี้

พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ สามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ย pH จากทุกระดับความลึกตามประเภทความลาดชันจากค่าสูงสุดไปต่ำสุดได้ คือ Toeslope > Footslope > Summit > Backslope > Shoulder ตามลำดับ โดยที่บริเวณ Toeslope ซึ่งเป็นตำแหน่งต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ย pH สูงที่สุด (เท่ากับ 5.28 5.15 และ 5.18 ที่ระดับความลึก 0 - 10 10 - 20 และ 20 - 30 เซนติเมตร ตามลำดับ)

พื้นที่ป่าบางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน สามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ย pH จากทุกระดับความลึกตามประเภทความลาดชันจากค่าสูงสุดไปต่ำสุดได้ คือ Shoulder > Backslope > Footslope > Summit > Toeslope ตามลำดับ พบค่าเฉลี่ย pH สูงสุด ณ ตำแหน่ง Shoulder (เท่ากับ 5.17 5.09 และ 5.07 ที่ระดับความลึก 0 - 10 10 - 20 และ 20 - 30 เซนติเมตร ตามลำดับ)

พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน สามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ย pH จากทุกระดับความลึกตามประเภทความลาดชันจากค่าสูงสุดไปต่ำสุดได้ คือ Footslope > Toeslope > Summit > Shoulder > Backslope ตามลำดับ พบค่าเฉลี่ย pH สูงสุด ณ ตำแหน่ง Footslope (เท่ากับ 5.85, 5.69 และ 5.57 ที่ระดับความลึก 0 - 10, 10 - 20 และ 20 - 30 เซนติเมตร ตามลำดับ)

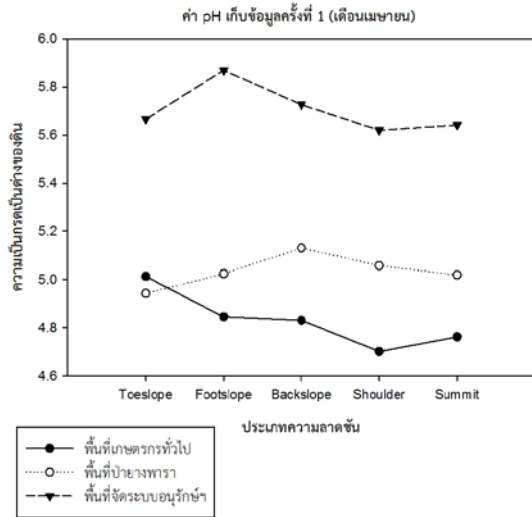
ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) (1:1)					
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	5.28	5.17	5.09	4.98	5.15	5.135
10 - 20	5.15	5.12	4.97	4.96	5.06	5.052
20 - 30	5.18	5.03	4.98	4.96	4.98	5.025
ค่าเฉลี่ย (Mean)	5.203	5.110	5.012	4.964	5.063	5.071
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	5.08	4.93	4.87	5.13	5.02	5.003
10 - 20	4.93	5.26	5.18	5.09	5.20	5.130
20 - 30	5.17	5.17	5.20	5.07	4.97	5.118
ค่าเฉลี่ย (Mean)	5.060	5.119	5.084	5.096	5.060	5.084
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	5.97	5.85	5.72	5.85	6.07	5.891
10 - 20	6.05	5.69	5.65	5.66	5.77	5.763
20 - 30	5.72	5.57	5.68	5.75	5.84	5.711
ค่าเฉลี่ย (Mean)	5.914	5.702	5.683	5.751	5.891	5.788

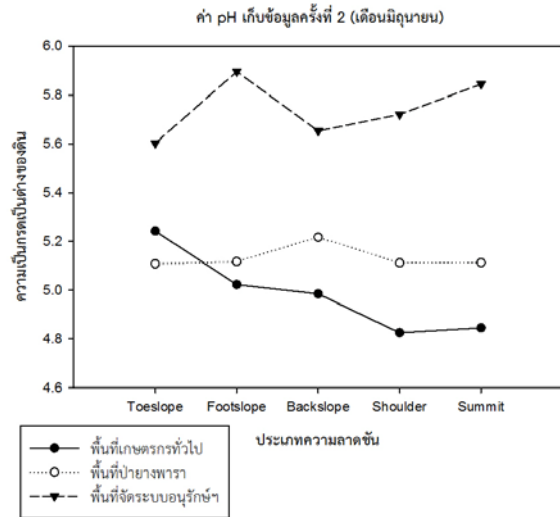
จากผลข้อมูลค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ทุกช่วงเวลา สามารถวิจารณ์ได้ว่า การจัดการดินและที่ดินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า pH อย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน มีค่า pH โดยเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ โดยอยู่ในช่วงของความเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง ซึ่งเกิดจากการจัดการดินและปุ๋ยที่เหมาะสม ในขณะที่พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ที่เกษตรกรมักจะปล่อยหน้าดินโล่งในช่วงที่ยังไม่ได้เพาะปลูกพืช พบว่าค่า pH อยู่ในช่วงความเป็นกรดจัดไปจนถึงความเป็นกรดรุนแรง ซึ่งเกิดขึ้นจากการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยธรรมชาติและการจัดการดินที่ไม่เหมาะสมโดยมนุษย์ ดังจะเห็นได้จากการที่พื้นที่ป่าบางพารา... ที่ปลูกมานานกว่า 5 ปี และไม่มีการรบกวนหน้าดินใด ๆ พบว่ามีช่วงของค่า pH ที่ใกล้เคียงกับ พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ด้วยเหตุนี้ การปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินอย่างถูกวิธีจึงต้องหมั่นดำเนินการเพื่อคงสภาพสำหรับการเพาะปลูกพืชไว้อยู่เสมอ

เมื่อสังเกตที่ความสูงต่ำของพื้นที่หรือประเภทของความลาดชันจะพบว่า พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่า pH ในช่วงของพื้นที่ด้านบนมากกว่าพื้นที่ด้านล่าง เนื่องจาก พื้นที่บริเวณ Summit หรือ Shoulder จะเป็นพื้นที่เหนือขึ้นไปที่มีความลาดชันสูงที่สุด ส่งผลให้เกิดการชะล้างความอุดมสมบูรณ์ของดินไปมากกว่าบริเวณอื่น โดยพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีค่า pH สูงสุด

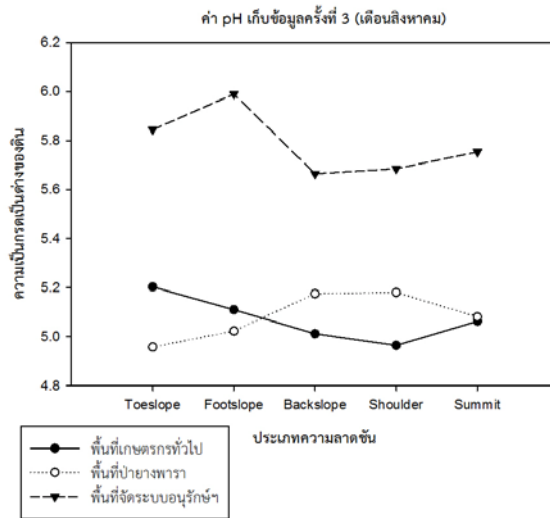
บริเวณ Toeslope ซึ่งเป็นพื้นที่ต่ำที่สุด แสดงว่า มีการสะสมของความชื้นชั้นของประจุธาตุอาหารพืชมากที่สุด เช่นกัน โดยอาจเกิดจากการเคลื่อนย้าย พัดพาธาตุอาหารลงสู่พื้นที่ต่ำกว่าโดยไม่มีสิ่งใดขวางกั้นเลย ซึ่งแตกต่างจากพื้นที่ป่ายางพารา และ พื้นที่ที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีค่า pH สูงที่สุด ณ บริเวณ Footslope ไปจนถึง บริเวณ Backslope แสดงว่า การปกคลุมดินด้วยพืชหรือแนวหญ้าแฝก สามารถชะลอการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ เพราะ ค่า pH จะแสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชได้ กล่าวคือ ค่า pH ที่สูงขึ้น หมายถึง ความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงขึ้นตามไปด้วย (ภาพที่ 14)



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 14 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ตามประเภทของพื้นที่ศึกษา และประเภทของความลาดชัน

## 1.2 ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC)

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยของค่าการนำไฟฟ้า (EC) เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) พบว่า พื้นที่ศึกษาที่มีการจัดการดินที่ต่างกันและระดับความลึกของดิน มีความแตกต่างกันของค่า EC อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 กล่าวคือ พื้นที่ที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณค่าเฉลี่ย EC สูงที่สุด มีค่าเฉลี่ย EC เท่ากับ 0.042 รองลงมาคือ พื้นที่ที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ย EC เท่ากับ 0.031 และ พื้นที่ป่าชายพารา มีค่าเฉลี่ย EC เท่ากับ 0.022 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าเฉลี่ย EC เมื่อเทียบกับบริเวณพื้นที่ในแต่ละประเภทของความลาดชัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) (dS/m)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	0.047	0.043	0.050	0.040	0.050	0.046
10 - 20	0.030	0.027	0.023	0.027	0.027	0.027
20 - 30	0.020	0.020	0.020	0.020	0.023	0.021
ค่าเฉลี่ย(Mean)	0.032	0.030	0.031	0.029	0.033	0.031b
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	0.023	0.030	0.023	0.027	0.023	0.025
10 - 20	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
20 - 30	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
ค่าเฉลี่ย(Mean)	0.021	0.023	0.021	0.022	0.021	0.022c
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	0.060	0.043	0.070	0.053	0.057	0.057
10 - 20	0.037	0.033	0.043	0.043	0.030	0.037
20 - 30	0.023	0.033	0.033	0.033	0.030	0.031
ค่าเฉลี่ย(Mean)	0.040	0.037	0.049	0.043	0.039	0.042a

ค่าเฉลี่ยของค่าการนำไฟฟ้า (EC) เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ดังที่แสดงในตารางที่ 7 พบว่า พื้นที่ศึกษา ระดับความลึกของดิน และประเภทของความลาดชัน มีความแตกต่างกันของค่า EC อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย EC กับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่ที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ย EC สูงที่สุด เท่ากับ 0.037 รองลงมาคือ พื้นที่ที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ย EC เท่ากับ 0.016 และพื้นที่ป่าชายพารา มีค่าเฉลี่ย EC เท่ากับ 0.012 ตามลำดับ

ในขณะที่ค่าเฉลี่ย EC เปรียบเทียบกับระดับความลึกของดิน พบว่า ยิ่งระดับความลึกของดินมากขึ้น จะผกผันกับค่า EC ที่จะลดลง กล่าวคือ พื้นที่ที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ย EC เท่ากับ 0.025 0.013 และ 0.011 ที่ระดับความลึก 0 - 10 10 - 20 และ 20 - 30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่าชายพารา มีค่าเฉลี่ย EC เท่ากับ 0.016 0.011 และ 0.010 ที่ระดับความลึก 0 - 10 10 - 20 และ 20 - 30 เซนติเมตร

ตามลำดับ และพื้นที่ที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ย EC เท่ากับ 0.056, 0.033 และ 0.023 ที่ระดับความลึก 0 - 10, 10 - 20 และ 20 - 30 เซนติเมตร ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ย EC เมื่อเปรียบเทียบกับประเภทของความลาดชัน พบว่า พื้นที่ที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ย EC สูงสุด ณ บริเวณ Shoulder และ Summit พื้นที่ป่ายางพารา มีค่าเฉลี่ย EC สูงสุด ณ บริเวณ Shoulder และ Footslope และพื้นที่ที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ย EC สูงสุด ณ บริเวณ Backslope และ Shoulder

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) (dS/m)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	0.017	0.017	0.020	0.037	0.037	0.025a
10 - 20	0.017	0.013	0.010	0.010	0.017	0.013b
20 - 30	0.010	0.010	0.010	0.010	0.013	0.011b
ค่าเฉลี่ย(Mean)	0.014bc	0.013c	0.013c	0.019ab	0.022a	0.016b
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม่ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	0.010	0.020	0.013	0.020	0.017	0.016a
10 - 20	0.010	0.010	0.010	0.013	0.010	0.011b
20 - 30	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010b
ค่าเฉลี่ย(Mean)	0.010b	0.013a	0.011b	0.014a	0.012b	0.012b
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	0.053	0.030	0.100	0.050	0.047	0.056a
10 - 20	0.023	0.020	0.057	0.040	0.027	0.033b
20 - 30	0.013	0.017	0.027	0.040	0.017	0.023c
ค่าเฉลี่ย(Mean)	0.030a	0.022a	0.061c	0.043b	0.030a	0.037a

ค่าเฉลี่ยของค่าการนำไฟฟ้า (EC) เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ดังที่แสดงในตารางที่ 8 พบว่า พื้นที่ศึกษา และประเภทของความลาดชัน มีความแตกต่างกันของค่า EC อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 และปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน มีความแตกต่างกันของค่า EC อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย EC กับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่ที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ย EC สูงที่สุด เท่ากับ 0.040 รองลงมาคือ พื้นที่ที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ย EC เท่ากับ 0.015 และพื้นที่ป่ายางพารา มีค่าเฉลี่ย EC เท่ากับ 0.014 ตามลำดับ

ในขณะที่ค่าเฉลี่ย EC เปรียบเทียบกับระดับความลึกของดิน พบว่า ยิ่งระดับความลึกของดินมากขึ้น จะผกผันกับค่า EC ที่จะลดลง เฉพาะพื้นที่ที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เท่านั้น คือ มีค่าเฉลี่ย EC เท่ากับ 0.018, 0.015 และ 0.013 ที่ระดับความลึก 0 - 10, 10 - 20 และ 20 - 30 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยพื้นที่ศึกษาทั้งพื้นที่ป่ายางพารา และ พื้นที่ที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ย EC สูงสุด ในระดับความลึกของ

ดิน เท่ากับ 10 - 20 เซนติเมตร โดยมีค่าเฉลี่ย EC เท่ากัน 0.013, 0.016 และ 0.013 และมีค่าเฉลี่ย EC เท่ากัน 0.026, 0.053 และ 0.042 ที่ระดับความลึก 0 - 10, 10 - 20 และ 20 - 30 เซนติเมตร ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ย EC เมื่อเปรียบเทียบกับประเภทของความลาดชัน พบว่า พื้นที่ที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่ป่ายางพารา มีค่าเฉลี่ย EC สูงสุด ณ บริเวณ Toeslope และพื้นที่ที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ย EC สูงสุด ณ บริเวณ Footslope

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) (dS/m)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	0.020	0.020	0.017	0.017	0.017	0.018a
10 - 20	0.020	0.017	0.017	0.010	0.013	0.015b
20 - 30	0.020	0.013	0.010	0.010	0.010	0.013b
ค่าเฉลี่ย(Mean)	0.020ab	0.017b	0.014b	0.012b	0.013b	0.015b
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม่ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	0.013	0.010	0.010	0.017	0.013	0.013b
10 - 20	0.017	0.020	0.013	0.010	0.020	0.016a
20 - 30	0.017	0.013	0.017	0.010	0.010	0.013b
ค่าเฉลี่ย(Mean)	0.016a	0.014a	0.013a	0.012a	0.014a	0.014b
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	0.033	0.020	0.017	0.030	0.030	0.026c
10 - 20	0.023	0.070	0.067	0.050	0.057	0.053a
20 - 30	0.047	0.053	0.040	0.037	0.033	0.042b
ค่าเฉลี่ย(Mean)	0.034b	0.048a	0.041ab	0.039b	0.040ab	0.040a

จากผลข้อมูลค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ทุกช่วงเวลา สามารถวิจารณ์ได้ว่า ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) คือการวัดว่าความสามารถของการนำไฟฟ้าหรือส่งผ่านไฟฟ้าของสารหรือสสารในดิน โดยเฉพาะสารละลายธาตุอาหารพืชที่ประกอบด้วยประจุบวก เช่น  $(\text{NH}_4)^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  หรือ  $\text{Zn}^{2+}$  และประจุลบ เช่น  $(\text{NO}_3)^-$ ,  $(\text{H}_2\text{PO}_4)^-$ ,  $(\text{HPO}_4)^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $(\text{SO}_4)^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $(\text{BO}_3)^-$  หรือ  $(\text{MoO}_4)^-$  เป็นต้น กล่าวคือ ค่า EC แสดงถึงปริมาณสารอาหารหรือแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในดิน ถ้าในดินนั้น ๆ มีค่า EC สูง อาจหมายถึง การมีปริมาณธาตุอาหารพืชในดินสูงตามไปด้วย

พื้นที่ศึกษาทั้งสามแห่งนี้มีลักษณะเป็นดินต้น มีความลาดชันสลับซับซ้อนต่างกันไป ย่อมหมายความว่าไม่มีการสะสมของปริมาณสารละลายเกลือหรือปริมาณสารละลายกัมมันต์ ที่อาจให้เกิดการรบกวนหรือการตีความค่า EC ผิดพลาดไป ดังนั้น ความแตกต่างของค่า EC จึงขึ้นอยู่กับการจัดการธาตุอาหารพืชของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาทั้งสามแห่งนี้

ตารางที่ 6, 7 และ 8 แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติของค่า EC ในพื้นที่ศึกษาประเภทความลาดชัน และระดับความลึกของดิน เมื่อเปรียบเทียบกันในช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูล กล่าวคือ เมื่อเปรียบเทียบค่า EC กับพื้นที่ศึกษา พบว่า เมื่อเรียงลำดับพื้นที่ศึกษาตามค่า EC จากมากไปหาน้อย

คือ พื้นที่ปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์... > พื้นที่ปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ... > พื้นที่ป่า  
 ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน... ทั้งสามช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล (ภาพที่ 18) สามารถอธิบายได้ว่า ค่า EC  
 ที่มากขึ้น เกิดจากการจัดการดินของเกษตรกร ได้แก่ การปลูกหญ้าแฝกขวางความลาดเท, การปลูกพืชปุ๋ยสด, การใส่  
 ปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นต้น ซึ่ง พื้นที่ปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์... มีการปลูกพืชแบบหมุนเวียน  
 และการปลูกพืชแบบสลับที่หลากหลายมากกว่า เช่น มันสำปะหลัง ข้าวโพด เผือก นุค สลับการแถบหญ้าแฝก  
 และปอเทือง ซึ่งจะแตกต่างกับ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ... ที่ปลูกข้าวโพด  
 หมุนเวียนกับสับปะรด โดยปล่อยหน้าดินให้โล่งในช่วงฤดูร้อน และใส่แต่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว หรือพื้นที่ป่า  
 ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน... ที่ไม่มีการจัดการดินใด ๆ

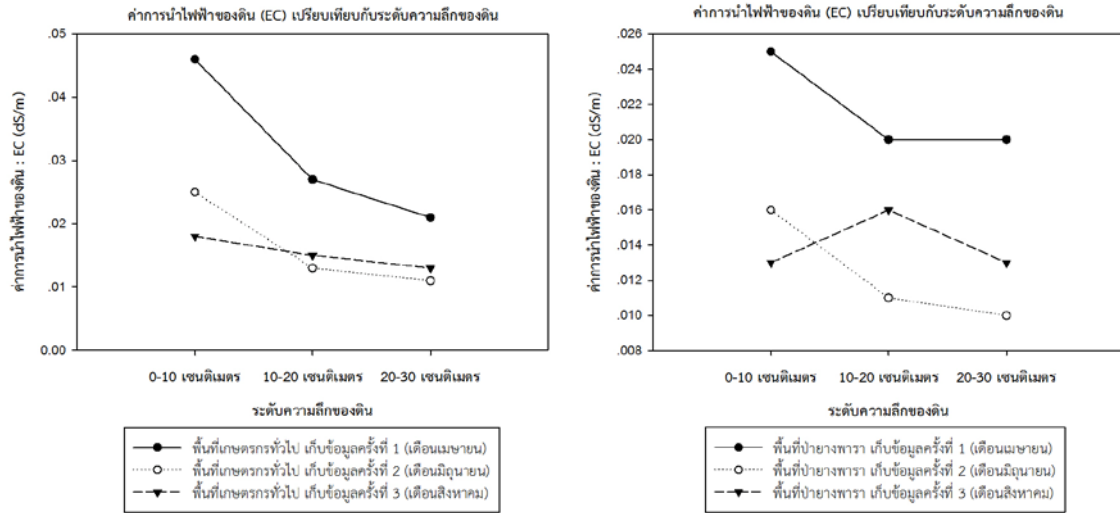
นอกจากนี้ ค่า EC ยังพบมากในชั้นดินบนหรือหน้าดิน ซึ่งในช่วงของการเก็บข้อมูลระยะที่ 1 ในเดือน  
 เมษายน ซึ่งเป็นฤดูร้อนที่มีปริมาณฝนตกน้อย และเป็นช่วงหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร จึงทำให้ยังมีธาตุ  
 อาหารหลงเหลืออยู่ในดินมากที่สุด โดยที่ค่า EC จะลดลงตามระดับความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 15 ก และ  
 ภาพที่ 18 ข) อย่างไรก็ตาม ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 เดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณฝนตกมาก ค่า  
 EC ของพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ ในระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร มีมากกว่าชั้นผิวหน้าดิน ซึ่งหมายความว่า อาจ  
 จะเกิดการชะล้างหรือพัดพาธาตุอาหารหน้าดินให้เคลื่อนที่ลงสู่ชั้นดินที่ลึกกว่า (ภาพที่ 15 ข และภาพที่ 18 ข)  
 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ค่า EC ของพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 เดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นเดือนที่มี  
 ปริมาณน้ำฝนมากที่สุดของปี ที่ดำเนินการวิจัย ที่ค่า EC ที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร มีปริมาณมากที่สุด  
 (ภาพที่ 15 ค และภาพที่ 18 ค) โดยพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ไม่มีแนวโน้มเช่นนี้ จึงอาจตีความได้ว่า พื้นที่จัดระบบ  
 อนุรักษ์... ซึ่งมีแถบหญ้าแฝกขวางความลาดเท และมีการคลุมดินด้วยพืช อาจช่วยชะลอการชะล้างธาตุอาหารพืช  
 ไม่ให้ไหลออกจากพื้นที่เร็วเกินไป จึงทำให้ธาตุอาหารหรือสารละลายต่าง ๆ เกิดการชะล้างในแนวลึกโดยลงสู่ชั้น  
 หน้าตัดดินที่ลึกลงไป

ภาพที่ 16 แสดงว่า พื้นที่ปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ... และ พื้นที่ป่ายางพาราที่  
 ไม่มีการรบกวนหน้าดิน... มีการลดลงของค่า EC ตามช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง เดือนสิงหาคม  
 โดยในพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์... มีค่า EC ที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 เดือน  
 สิงหาคม (ภาพที่ 16 ค) ใกล้เคียงกับ ค่า EC ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ในการเก็บข้อมูลทั้งสองครั้งก่อน  
 หน้านั้น แสดงถึง การที่ธาตุอาหารพืชถูกชะล้างแบบซึมลึกลงไปในพื้นที่ข้างมากกว่าการถูกชะล้างแบบแนวขวาง  
 พื้นที่

ด้วยเหตุนี้ เพื่อความเข้าใจเรื่องความแตกต่างของค่า EC ในดิน จึงต้องอธิบายปัจจัยด้านประเภทของ  
 ความลาดชัน ประกอบกันด้วย จากภาพที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดิน (EC) เปรียบเทียบระหว่าง  
 ประเภทของความลาดชันกับช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูลทั้งสามเดือน ปรากฏว่า พื้นที่ปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีการ  
 จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ... มีค่า EC สูงที่สุด ณ บริเวณ Summit ในเดือนเมษายน จากนั้น ในเดือนมิถุนายน ค่า  
 EC ณ บริเวณ Shoulder จึงเริ่มเพิ่มขึ้น และพบค่า EC ในเดือนสิงหาคม ณ บริเวณ Toeslope และ Footslope  
 ตามลำดับ (ภาพที่ 17 ก) จึงแสดงให้เห็นว่า สารละลายหรือธาตุอาหารพืชในดินของพื้นที่ปลูกพืชทั่วไปนี้ มีการ  
 เคลื่อนย้ายหรือถูกชะล้างจากที่สูงลงมาสู่ที่ต่ำกว่า ตามช่วงเวลาและปริมาณน้ำฝน ในขณะที่ พื้นที่ป่ายางพาราที่  
 ไม่มีการรบกวนหน้าดิน... มีค่า EC ที่ค่อนข้างคงที่ในช่วงระยะเวลาเก็บข้อมูลเดือนเมษายนและมิถุนายน แต่ค่า EC  
 ได้เพิ่มมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น ณ บริเวณ Toeslope ในเดือนสิงหาคม แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ดังกล่าว มีความคงทนต่อ  
 การชะล้างหรือพัดพาธาตุอาหารในดินสูงกว่าพื้นที่ทั่วไป และพบการสะสมของปริมาณธาตุอาหารในพื้นที่ต่ำ  
 ที่สุด ในเดือนที่มีฝนตกชุกที่สุด (ภาพที่ 17 ข) พื้นที่ปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์... มีค่า EC ค่อนข้างคงที่ และ  
 กระจายตัวตามระดับความชันมากที่สุด โดยพบปริมาณค่า EC ณ บริเวณ Backslope ซึ่งเป็นช่วงกึ่งกลางของ  
 พื้นที่ ในเดือนเมษายน ถึงมิถุนายน และถึงแม้ในเดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ในตกชุกที่สุด ค่า EC ก็ยังคงมี  
 ค่าสูงสุด ณ บริเวณ Footslope (ภาพที่ 17 ค) ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการขัดขวางการชะล้างพังทลายของ  
 ดินในแนวราบได้ดีโดยการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม

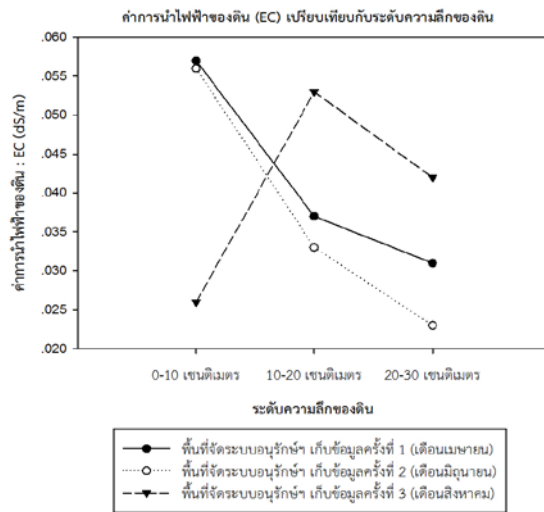


เพราะฉะนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และการจัดการดิน เช่น การปลูกหญ้าแฝก การปลูกพืชคลุมดิน การไถพรวน การใส่ปุ๋ย ฯลฯ เมื่อรวมกับปัจจัยทางธรรมชาติ เช่น ระยะเวลา ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ ล้วนส่งผลต่อค่าการนำไฟฟ้าในดิน (EC) โดยความเร็วในการลดค่า EC ขึ้นอยู่กับการป้องกันหน้าดินจากการถูกชะล้างพังทลายของดินหรือการถูกพัดพาธาตุอาหารพืชบริเวณหน้าดินโดยน้ำฝน ดังภาพที่ 18 ที่แสดงว่า ในระยะเวลาเพียงหกเดือน ค่า EC สามารถลดลงได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่พื้นที่ที่มีการนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมาใช้ สามารถชะลอความเสื่อมโทรมของดินลงได้



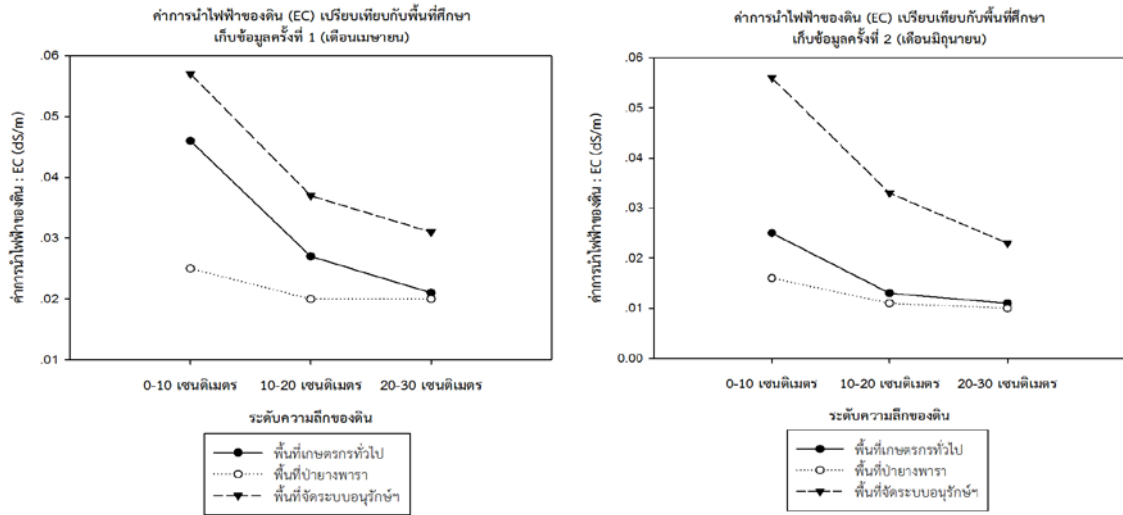
(ก)

(ข)



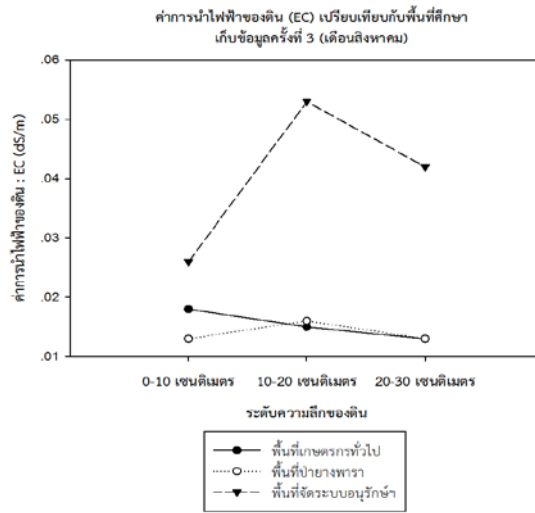
(ค)

ภาพที่ 15 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ตามระดับความลึก



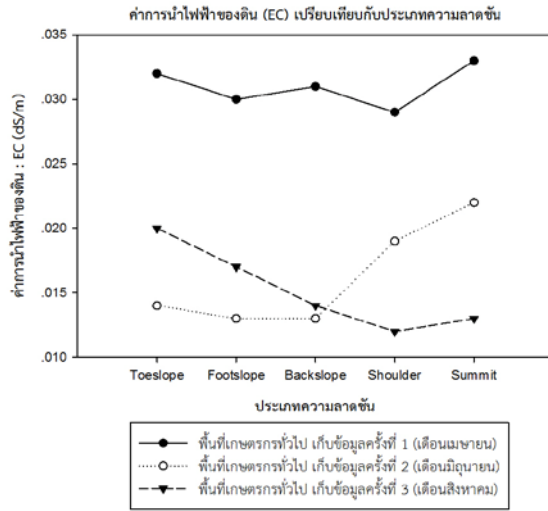
(ก)

(ข)

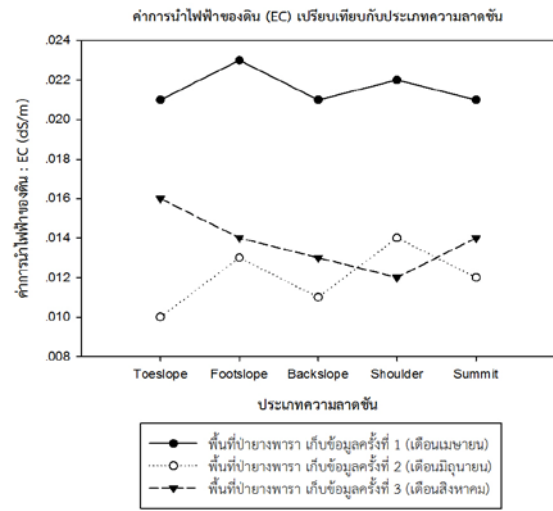


(ค)

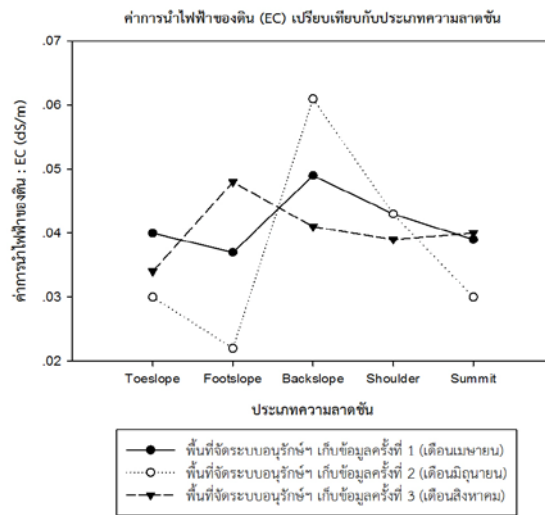
ภาพที่ 16 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ตามระดับความลึก และช่วงเวลาเก็บข้อมูล



(ก)

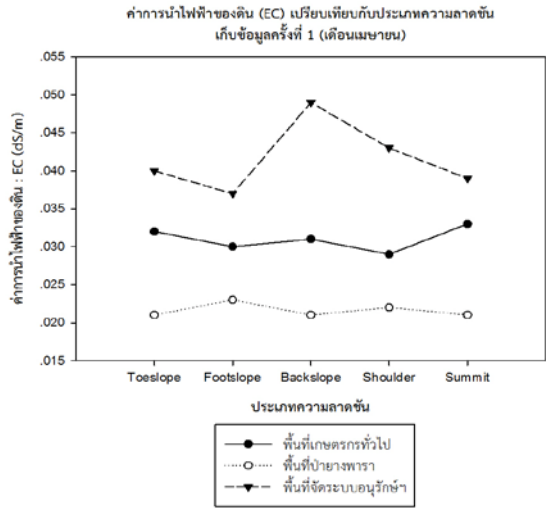


(ข)

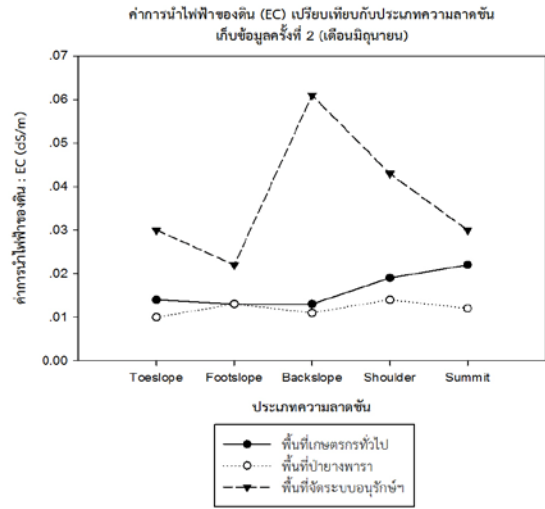


(ค)

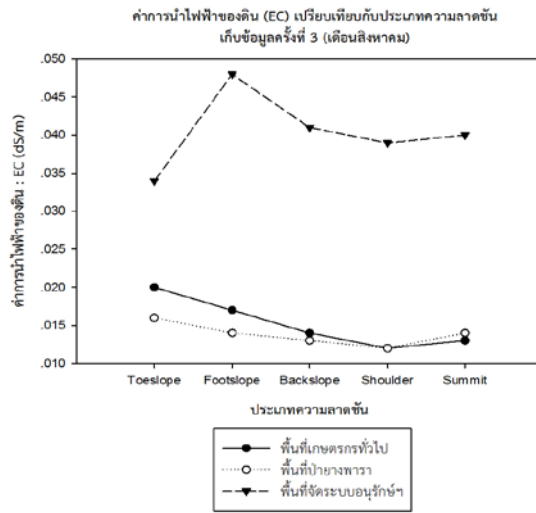
ภาพที่ 17 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ตามประเภทของความลาดชัน



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 18 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ตามประเภทของความลาดชัน และช่วงเวลาเก็บข้อมูล

### 1.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM)

ค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) สามารถรายงานได้ดังนี้ ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือน เมษายน) ปัจจัยด้านระดับความลึกของดินและความแตกต่างกันของพื้นที่ศึกษา มีความแตกต่างกันของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

เมื่อกล่าวถึงปัจจัยด้านพื้นที่การจัดการดินทั้งสามประเภท พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินโดยเฉลี่ยสูงสุด (3.12%) พื้นที่ถัดมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีค่าเฉลี่ย OM เท่ากับ 3.08% และพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป ที่มีค่าเฉลี่ย OM เท่ากับ 2.41% ตามลำดับ

ในขณะที่ค่าเฉลี่ย OM เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึก พบว่า พื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่งมีปริมาณ OM โดยเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ระดับหน้าดิน คือ 0-10 เซนติเมตร เหมือนกันทั้งหมด โดยที่ปริมาณ OM จะลดลง เมื่อความลึกของดินเพิ่มมากขึ้น กล่าวคือ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ 3.92% 3.08% และ 2.36% ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ 4.01% 2.94% และ 2.27% ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ 2.81% 2.48% และ 1.91% ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ

แม้ว่าค่าเฉลี่ย OM เมื่อเปรียบเทียบกับประเภทความลาดชันทั้ง 5 ประเภท จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีค่าเฉลี่ย OM สูงที่สุด ณ บริเวณ Toeslope (2.87%) พื้นที่ป่ายางพารา มีค่าเฉลี่ย OM สูงที่สุด ณ บริเวณ Summit (3.36%) และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ มีค่าเฉลี่ย OM สูงที่สุด ณ บริเวณ Shoulder (3.62%)

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ในพื้นที่ที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) (%)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	3.07	2.81	2.91	2.86	2.51	2.831a
10 - 20	2.92	2.74	2.23	2.33	2.18	2.481a
20 - 30	2.61	1.89	1.74	1.79	1.56	1.919b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	2.868a	2.481b	2.293b	2.326b	2.084b	2.410b
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	3.57	4.24	4.07	4.11	4.07	4.015a
10 - 20	2.42	2.84	2.86	3.12	3.46	2.940b
20 - 30	2.03	2.25	2.22	2.30	2.55	2.270b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	2.673a	3.111a	3.050a	3.180a	3.361a	3.075a
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	4.00	3.68	3.75	3.87	4.32	3.922a
10 - 20	3.07	2.58	3.12	3.81	2.84	3.084b
20 - 30	1.98	2.36	2.26	3.19	2.02	2.362b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	3.018a	2.872ab	3.043a	3.620a	3.060a	3.123a

ค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) สามารถรายงานได้ดังนี้ ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ปัจจัยด้านระดับความลึกของดินและความแตกต่างกันของพื้นที่ศึกษา มีความแตกต่างกันของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 ในขณะที่ปัจจัยด้านความลาดชัน มีความแตกต่างกันของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

เมื่อกล่าวถึงปัจจัยด้านพื้นที่การจัดการดินทั้งสามประเภท พบว่า พื้นที่ป่าวางพารา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินโดยเฉลี่ยสูงที่สุด (3.11%) พื้นที่ถัดมาคือ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ มีค่าเฉลี่ย OM เท่ากับ 3.08% และพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป ที่มีค่าเฉลี่ย OM เท่ากับ 2.31% ตามลำดับ

ในขณะที่ค่าเฉลี่ย OM เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึก พบว่า พื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่งมีปริมาณ OM โดยเฉลี่ยสูงที่สุดอยู่ที่ระดับหน้าดิน คือ 0-10 เซนติเมตร เหมือนกันทั้งหมด โดยที่ปริมาณ OM จะลดลง เมื่อความลึกของดินเพิ่มมากขึ้น กล่าวคือ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ 3.90% 2.90% และ 2.45% ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่าวางพารา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ 3.92% 3.16% และ 2.23% ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ 2.67% 2.46% และ 1.84% ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ย OM เมื่อเปรียบเทียบกับประเภทความลาดชันทั้ง 5 ประเภท สามารถอธิบายได้ ดังนี้ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีค่าเฉลี่ย OM สูงที่สุด ณ บริเวณ Toeslope (2.75%) พื้นที่ป่าวางพารา มีค่าเฉลี่ย OM สูงที่สุด ณ บริเวณ Shoulder (3.52%) และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ มีค่าเฉลี่ย OM สูงที่สุด ณ บริเวณ Shoulder (3.82%)

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ในพื้นที่ที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) (%)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	2.95	2.62	2.74	2.58	2.40	2.659a
10 - 20	2.97	2.56	2.36	2.27	2.13	2.458a
20 - 30	2.33	1.88	1.65	1.69	1.62	1.835b
ค่าเฉลี่ย Mean)	2.750a	2.353b	2.251b	2.183b	2.050b	2.317b
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	3.64	4.09	3.82	4.06	3.99	3.920a
10 - 20	2.60	2.91	2.94	3.74	3.63	3.164b
20 - 30	1.86	2.26	2.03	2.77	2.23	2.230c
ค่าเฉลี่ย(Mean)	2.701a	3.087a	2.929a	3.523a	3.282a	3.105a
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	3.52	3.93	3.84	4.07	4.12	3.897a
10 - 20	2.46	2.60	2.89	3.85	2.71	2.902b
20 - 30	1.89	2.00	2.86	3.55	1.94	2.448b
ค่าเฉลี่ย(Mean)	2.623b	2.844ab	3.198a	3.821a	2.924a	3.082a

ค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) สามารถรายงานได้ดังนี้ ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ปัจจัยด้านระดับความลึกของดินและความแตกต่างกันของพื้นที่ศึกษา มีความแตกต่างกันของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 ในขณะที่ปัจจัยด้านความลาดชัน มีความแตกต่างกันของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1

เมื่อกล่าวถึงปัจจัยด้านพื้นที่การจัดการดินทั้งสามประเภท พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์... มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินโดยเฉลี่ยสูงที่สุด (3.07%) พื้นที่ถัดมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา... มีค่าเฉลี่ย OM เท่ากับ 2.97% และพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป... ที่มีค่าเฉลี่ย OM เท่ากับ 2.49% ตามลำดับ

ในขณะที่ค่าเฉลี่ย OM เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึก พบว่า มีเพียงพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป... ที่ยังคงมีปริมาณ OM โดยเฉลี่ยสูงที่สุดอยู่ที่ระดับหน้าดิน คือ 0-10 เซนติเมตร โดยที่ปริมาณ OM จะลดลง เมื่อความลึกของดินเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ย OM เท่ากับ 2.84% 2.60% และ 2.05% ระดับความลึก 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากพื้นที่ป่ายางพารา... และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์... ที่มีปริมาณ OM โดยเฉลี่ยสูงที่สุด อยู่ที่ระดับความลึก 20-30 และ 10-20 เซนติเมตร ตามลำดับ กล่าวคือ พื้นที่ป่ายางพารา... มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ 2.83% 2.87% และ 3.22% ที่ระดับความลึก 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์... มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ 2.83% 3.20% และ 3.17% ที่ระดับความลึก 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ



ค่าเฉลี่ย OM เมื่อเปรียบเทียบกับประเภทความลาดชันทั้ง 5 ประเภท สามารถอธิบายได้ ดังนี้ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีค่าเฉลี่ย OM สูงที่สุด ณ บริเวณ Toeslope (2.88%) พื้นที่ป่าชายพารา มีค่าเฉลี่ย OM สูงที่สุด ณ บริเวณ Summit (3.15%) และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ มีค่าเฉลี่ย OM สูงที่สุด ณ บริเวณ Footslope (3.54%)

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

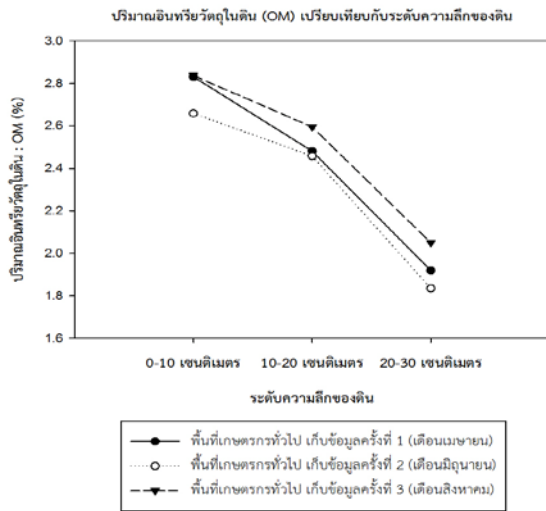
ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	(% )					
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	3.07	2.78	2.92	2.86	2.56	2.837a
10 - 20	3.00	2.67	2.53	2.47	2.31	2.595b
20 - 30	2.57	2.21	1.96	1.79	1.73	2.050c
ค่าเฉลี่ย(Mean)	2.879a	2.554a	2.468b	2.371b	2.197b	2.494c
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	3.44	2.53	1.97	3.65	2.56	2.830b
10 - 20	1.90	3.70	2.57	1.89	4.28	2.866b
20 - 30	3.45	2.46	4.06	3.52	2.60	3.217a
ค่าเฉลี่ย(Mean)	2.927a	2.897a	2.868b	3.018a	3.146a	2.971b
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	3.71	2.75	1.86	3.39	2.45	2.830b
10 - 20	2.06	4.09	3.55	2.66	3.64	3.201a
20 - 30	2.75	3.79	4.22	3.19	1.92	3.173a
ค่าเฉลี่ย(Mean)	2.837a	3.543a	3.211a	3.079a	2.670a	3.068a

จากผลข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ทุกช่วงเวลา สามารถวิจารณ์ได้ว่า ความแตกต่างของการจัดการดินในแต่ละพื้นที่ศึกษาในระดับความลึกของดินทั้งสามระดับความลึก มีผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) กล่าวคือ ค่า OM คือสารประกอบอินทรีย์มีองค์ประกอบหลักของธาตุคาร์บอนและไนโตรเจน ที่เกิดจากการพังย่อยสลายของเศษซากพืชและสัตว์ หมายความว่า ถ้าพื้นที่ใดที่มีการจัดการดิน เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชปุ๋ยสด การเขตรกรรม การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ หรือการนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำไปใช้ในพื้นที่ จะส่งผลให้ปริมาณ OM คงสภาพและรักษาไว้ในดินได้อย่างต่อเนื่อง

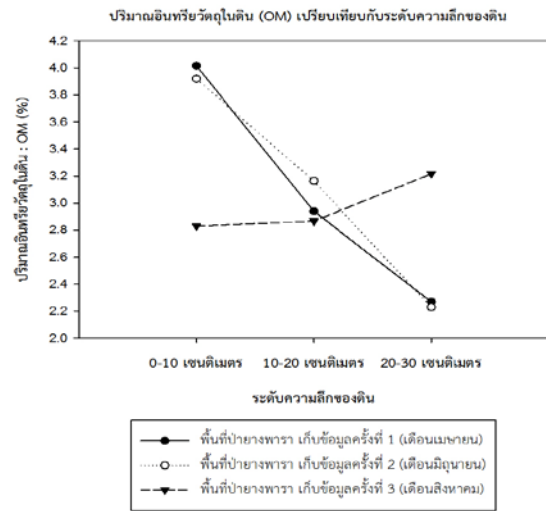
พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีมีการรบกวนหน้าดิน... แสดงให้เห็นว่า การที่มีต้นไม้หรือพืชปกคลุมหน้าดินตลอดเวลา สามารถเพิ่มและคงสภาพสถานะของปริมาณ OM ไว้ในดินได้ ในขณะที่เดียวกัน พื้นที่ปลูกพืชที่มีการนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำไปใช้ ก็พบปริมาณ OM ที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งจะแตกต่างกันกับพื้นที่ปลูกพืชทั่วไปของเกษตรกร... ที่มีปริมาณ OM น้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ OM ระหว่างช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูลและพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง ดังภาพที่ 19 และ 20 สามารถขยายความได้ ดังนี้ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป... ไม่มีความแตกต่างกัน แม้ค่าเฉลี่ยปริมาณ OM จะลดลงแต่แนวโน้มของปริมาณ OM กับปัจจัยด้านความลึกของดินไม่มีผลแตกต่างกันมาก ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ปริมาณ OM ในภาพรวม มีการสูญเสียออกจากพื้นที่ไปโดยสิ้นเชิง หรือการถูกชะล้างพัดพาปริมาณ OM ตามแนวร่วนมากกว่าการชะล้างพัดพาตามแนวระดับความลึก ในขณะที่แนวโน้มปริมาณ OM ของพื้นที่ที่ไม่มีมีการรบกวนหน้าดิน... และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ การเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) และครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ดังภาพที่ 19 (ข) และ (ค) มีแนวโน้มที่เหมือนกัน คือ พบปริมาณ OM บนผิวน้ำดินหรือที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มากที่สุด และจัดลดลงตามความลึกของดิน อย่างไรก็ตาม เมื่อเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ปริมาณ OM ในระดับความลึกของดินที่ลดลงไปกลับพบปริมาณ OM ที่มากกว่าชั้นผิวน้ำดิน ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือนสิงหาคม และความสามารถในการซึมซับน้ำของดิน ส่งผลให้เกิดการชะล้างพัดพาปริมาณ OM ให้ซึมลงสู่ชั้นดินมากที่สุด ซึ่งแม้ว่าปริมาณ OM ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) จะน้อยกว่า ปริมาณ OM ในช่วงเวลาการเก็บข้อมูลก่อนหน้า แต่ปริมาณ OM ทั้งหมดในพื้นที่ ไม่มีการสูญเสียออกไปจากพื้นที่ โดยสังเกตได้จากค่าเฉลี่ย OM ตามช่วงเวลา (ตารางที่ 9, 10 และ 11) พื้นที่ที่ไม่มีมีการรบกวนหน้าดิน... และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ OM มากกว่า พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป... ของทั้งสามช่วงเวลา (ภาพที่ 20)

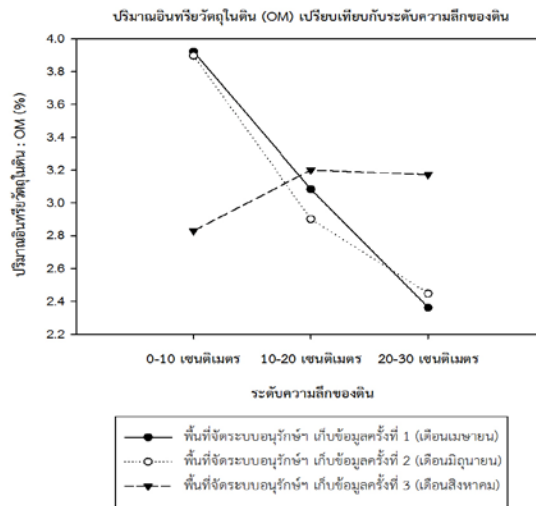
ปัจจัยด้านประเภทความลาดชันทั้ง 5 ประเภท มีผลต่อปริมาณ OM ดังนี้ พื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่งมีการสะสมหรือพบปริมาณ OM ที่แตกต่างกันไปตามความลาดชันบริเวณต่าง ๆ (ภาพที่ 21) กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีการสะสมของ OM โดยเฉลี่ย ณ บริเวณ Toeslope ซึ่งเป็นจุดที่ต่ำที่สุดของพื้นที่ ตลอดสามช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล (ภาพที่ 21 ก) ในขณะที่พื้นที่ที่ไม่มีมีการรบกวนหน้าดิน... พบปริมาณ OM โดยเฉลี่ย ณ บริเวณ Shoulder และ Summit ซึ่งเป็นจุดที่เหนือขึ้นไปของพื้นที่ ตลอดทั้งสามช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล (ภาพที่ 21 ข) ซึ่งจะคล้ายคลึงกับแนวโน้มในพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ... ที่พบปริมาณ OM โดยเฉลี่ย ณ บริเวณ Shoulder และ Footslope ซึ่งเป็นบริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ ตลอดทั้งสามช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล (ภาพที่ 21 ค) ทำให้สรุปได้ว่า การมีสิ่งปกคลุมหน้าดินโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน มีผลต่อการรักษาปริมาณ OM ในดินไว้ได้ เพราะปริมาณ OM รวมถึงธาตุอาหารพืชอื่น ๆ มักสะสมอยู่บริเวณผิวน้ำดิน ส่งผลให้การชะล้างพัดพาของชั้นหน้าดินโดยฝน ก็จึงส่งผลต่อการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินได้เช่นเดียวกัน โดยสังเกตได้จากภาพที่ 22 ที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ OM จากบริเวณที่สูงไปสู่อบริเวณที่ต่ำกว่า แต่ปริมาณ OM ในภาพรวม ยังคงมีมากกว่า พื้นที่ทั่วไปที่ไม่มีสิ่งปกคลุมดินใด ๆ เลย



(ก)

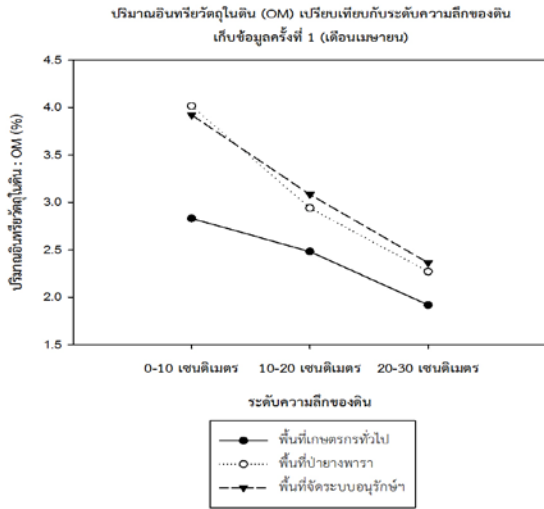


(ข)

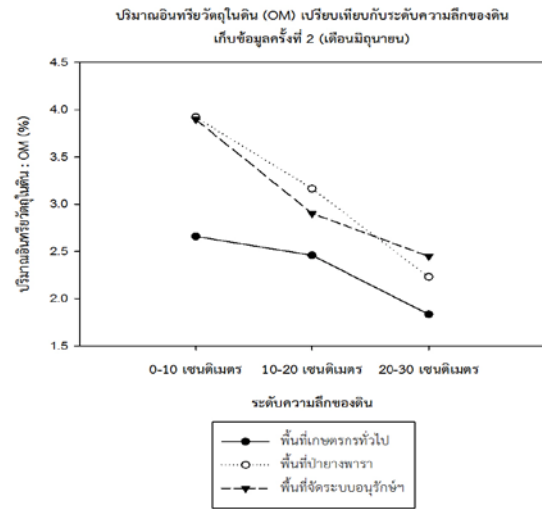


(ค)

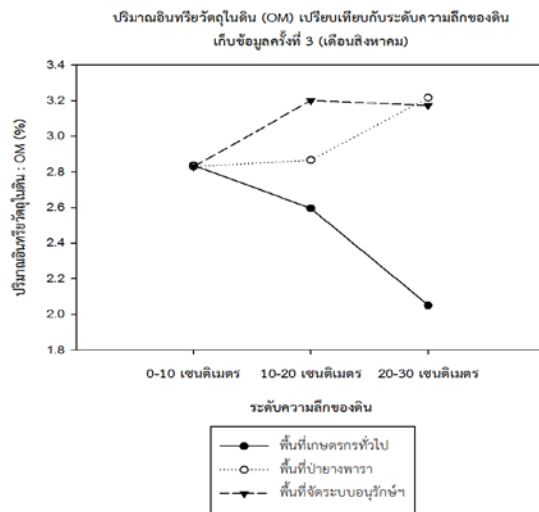
ภาพที่ 19 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ตามระดับความลึก



(ก)

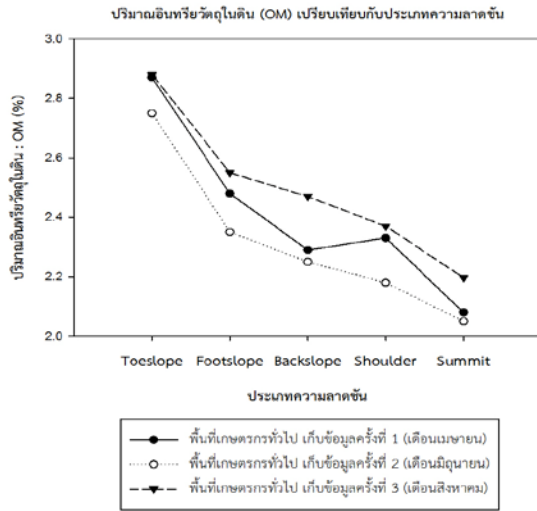


(ข)

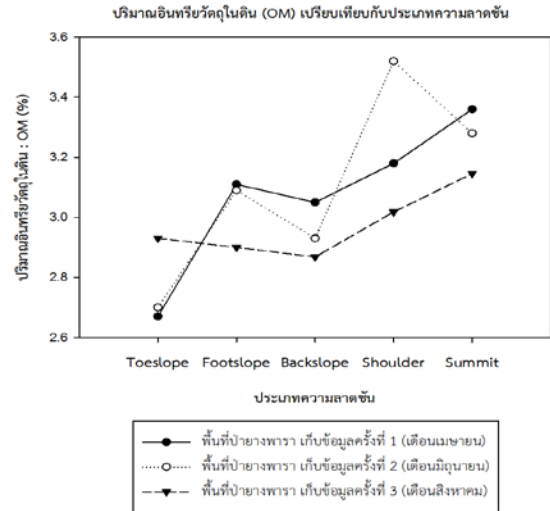


(ค)

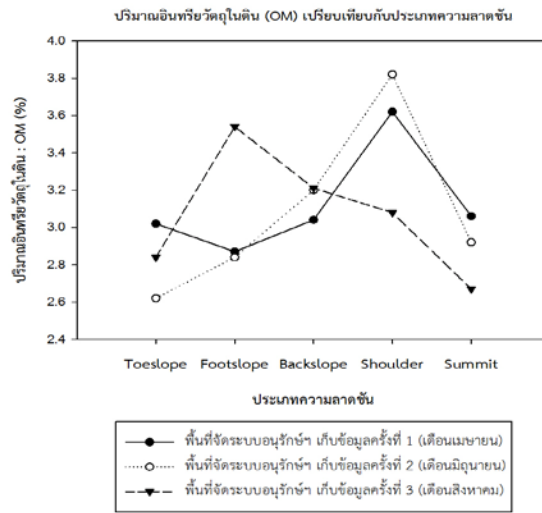
ภาพที่ 20 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ตามระดับความลึก และช่วงเวลาเก็บข้อมูล



(ก)

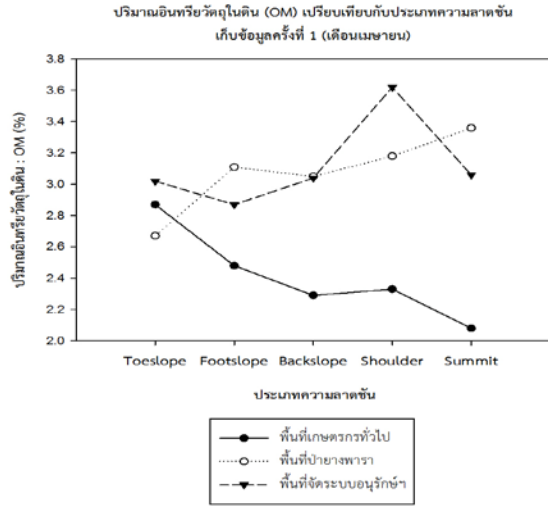


(ข)

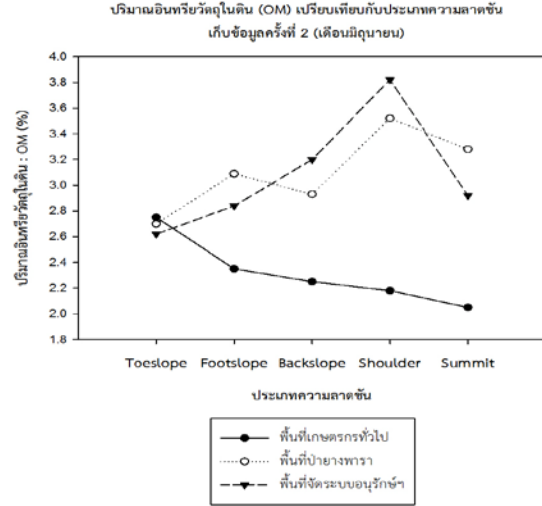


(ค)

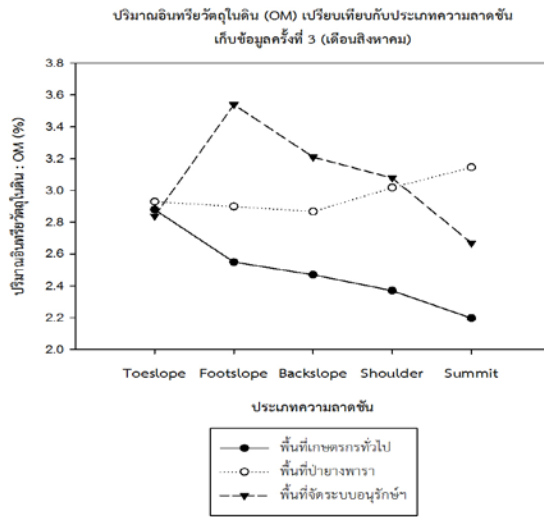
ภาพที่ 21 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ตามประเภทของความลาดชัน



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 22 ค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ตามประเภทของความลาดชัน และและช่วงเวลาเก็บข้อมูล

#### 1.4 ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P)

ผลการศึกษาเปรียบเทียบพื้นที่การจัดการดินที่แตกต่างกันสามแหล่ง ในพื้นที่ความลาดชันห้าประเภท และระดับความลึกสามระดับ ที่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) สามารถรายงานได้ดังนี้ ค่าเฉลี่ย P ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) พบว่าไม่มีปัจจัยใดที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งปัจจัยด้านพื้นที่ ประเภทความลาดชัน และระดับความลึก

อย่างไรก็ตาม พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ P โดยเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 4.20 mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป เท่ากับ 3.64 mg/kg และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ เท่ากับ 3.57 mg/kg ตามลำดับ

ในขณะที่ค่าเฉลี่ย P ตามระดับความลึก พบว่า มีปริมาณ P ในระดับผิวหน้าดินมากที่สุด (0-10 เซนติเมตร) ยกเว้นพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน ที่มีปริมาณ P ในระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร มากที่สุด

ปัจจัยด้านประเภทของความลาดชันต่อปริมาณ P ในดิน พบว่า พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป และพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ P ณ บริเวณ Toeslope ซึ่งเป็นจุดที่ต่ำที่สุด เท่ากับ 4.17 และ 7.10 mg/kg ตามลำดับ แตกต่างกับพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ P ณ บริเวณ Footslope มีค่าเท่ากับ 4.10 mg/kg ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) (mg/kg)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	3.79	4.28	3.21	4.77	3.75	3.960
10 - 20	4.77	3.81	2.56	3.31	3.94	3.677
20 - 30	3.94	3.09	3.63	2.99	2.68	3.267
ค่าเฉลี่ย (Mean)	4.169	3.727	3.131	3.691	3.457	3.635
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม่ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	3.28	4.07	2.52	3.89	4.34	3.621
10 - 20	2.92	2.52	3.35	3.79	4.07	3.329
20 - 30	15.10	2.84	3.23	2.63	4.37	5.637
ค่าเฉลี่ย (Mean)	7.100	3.146	3.036	3.437	4.261	4.196
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	4.54	5.63	4.27	4.78	3.63	4.569
10 - 20	3.58	3.67	3.20	2.48	2.69	3.125
20 - 30	2.60	2.93	4.09	3.56	1.92	3.020
ค่าเฉลี่ย (Mean)	3.573	4.077	3.852	3.607	2.748	3.571

ค่าเฉลี่ย P ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) พบว่าไม่มีปัจจัยใดที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งปัจจัยด้านพื้นที่ ประเภทความลาดชัน และระดับความลึก

อย่างไรก็ตาม พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ P โดยเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 3.99 mg/kg รองลงมา คือ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป เท่ากับ 3.74 mg/kg และพื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เท่ากับ 3.55 mg/kg ตามลำดับ

ในขณะที่ค่าเฉลี่ย P ตามระดับความลึก พบว่า มีปริมาณ P ในระดับผิวหน้าดินมากที่สุด (0-10 เซนติเมตร) ยกเว้นพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน ที่มีปริมาณ P ในระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร มากที่สุด

ปัจจัยด้านประเภทของความลาดชันต่อปริมาณ P ในดิน มีความแตกต่างกันตามพื้นที่ศึกษา โดยพบว่า พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ P ณ บริเวณ Summit ซึ่งเป็นจุดที่สูงที่สุด เท่ากับ 4.21 mg/kg พื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ P ณ บริเวณ Footslope เท่ากับ 4.22 mg/kg และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ P ณ บริเวณ Backslope มีค่าเท่ากับ 4.39 mg/kg

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) (mg/kg)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	4.12	4.08	3.39	4.40	4.22	4.042
10 - 20	4.45	3.02	3.20	3.07	4.40	3.626
20 - 30	4.02	4.05	3.43	2.24	4.00	3.550
ค่าเฉลี่ย (Mean)	4.197	3.719	3.338	3.237	4.207	3.739
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	3.35	4.56	3.46	3.66	2.97	3.599
10 - 20	3.99	4.79	3.27	3.52	2.74	3.662
20 - 30	3.64	3.30	2.73	3.40	3.90	3.391
ค่าเฉลี่ย (Mean)	3.658	4.216	3.152	3.527	3.202	3.551
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	3.70	4.73	5.04	4.37	4.01	4.370
10 - 20	4.31	3.32	4.34	2.71	4.08	3.751
20 - 30	4.30	4.24	3.79	3.59	3.27	3.837
ค่าเฉลี่ย (Mean)	4.100	4.097	4.390	3.557	3.788	3.986



ค่าเฉลี่ย P ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) พบว่าปัจจัยด้านประเภทความลาดชัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

โดยพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ P โดยเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 0.71 mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ป่า ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เท่ากับ 0.64 mg/kg และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ เท่ากับ 0.54 mg/kg ตามลำดับ

ในขณะที่ค่าเฉลี่ย P ตามระดับความลึก พบว่า มีความแตกต่างกันตามพื้นที่ศึกษา กล่าวคือ ปริมาณ P ในพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีค่าเฉลี่ย P สูงสุด ที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร (0.85 mg/kg) และปริมาณ P ในพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีค่าเฉลี่ย P สูงสุด ที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร (0.91 mg/kg)

ปัจจัยด้านประเภทของความลาดชันต่อปริมาณ P ในดิน พบว่า พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป และพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ P ณ บริเวณ Toeslope ซึ่งเป็นจุดที่ต่ำที่สุด เท่ากับ 1.06 และ 0.982 mg/kg ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ P สูงที่สุด ณ บริเวณ Backslope มีค่าเท่ากับ 0.64 mg/kg

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) (mg/kg)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	0.95	0.70	1.08	0.29	0.74	0.751
10 - 20	0.53	0.78	1.35	0.11	0.01	0.557
20 - 30	1.71	1.35	0.39	0.46	0.23	0.828
ค่าเฉลี่ย (Mean)	1.063	0.943	0.939	0.285	0.329	0.712
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	1.09	0.46	0.01	0.94	1.01	0.701
10 - 20	0.96	0.44	1.35	0.87	0.63	0.850
20 - 30	0.88	0.35	0.05	0.01	0.52	0.362
ค่าเฉลี่ย (Mean)	0.978	0.414	0.469	0.606	0.721	0.638
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	0.07	0.08	0.06	0.82	0.49	0.304
10 - 20	0.64	1.67	1.24	0.59	0.38	0.905
20 - 30	0.80	0.05	0.61	0.01	0.63	0.421
ค่าเฉลี่ย (Mean)	0.506	0.600	0.638	0.472	0.501	0.543

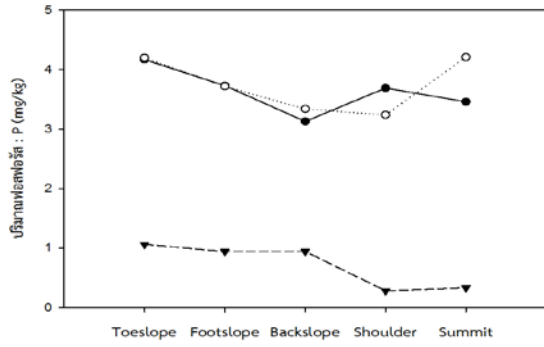
แม้ว่าไม่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษาใด ๆ มีอิทธิพลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P). ยกเว้นปัจจัยด้านประเภทความลาดชัน ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ที่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 ซึ่งสามารถวิจารณ์ผลการทดลองได้ ดังต่อไปนี้

ปริมาณ P ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) มีค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ P ในการเก็บข้อมูลทั้งสองครั้งก่อนหน้านี้ (ภาพที่ 23) ซึ่งอาจได้รับอิทธิพลมาจากปริมาณน้ำฝนที่อาจพัดพาธาตุ P ให้ออกไปจากพื้นที่ได้ง่าย เพราะฉะนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า ฟอสฟอรัสในดินสามารถสูญเสียออกไปจากดินได้ง่ายมาก โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณฝนตกชุกที่สุด ดังนั้นจึงควรมีการจัดการที่เหมาะสมและหมั่นใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสตามความต้องการของพืชที่ปลูก ทุก ๆ ฤดูการปลูก เพื่อให้มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสอย่างเพียงพอ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ P ระหว่างพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่งกับประเภทความลาดชันทั้งห้าบริเวณพบว่า พื้นที่ศึกษาทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันของปริมาณ P ในดินในแต่ละประเภทของความลาดชัน ซึ่งปริมาณ P ที่คงที่ในทุกบริเวณความลาดชันนั้น อาจเกิดจากการใส่ปุ๋ย P ของเกษตรกรในทุกรูปแบบ ชนิด และอัตราการใส่ที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้ปริมาณ P ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมดไม่แตกต่างกัน และยังมีปริมาณที่สูงที่สุดใน การเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) แล้วค่อยๆ ลดน้อยลงไป เพราะเกษตรกรอาจใส่ปุ๋ยในช่วงระยะเวลาเดียวกันด้วย (ภาพที่ 24 ก) หลังจากนั้น ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) กลับมีแนวโน้มของปริมาณ P ที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา กล่าวคือ สิ่งปกคลุมหน้าดินไม่มีผลต่อการรักษาปริมาณ P ให้อยู่ในหน้าดิน เพราะพื้นที่ศึกษาที่ประกอบด้วย พื้นที่ที่ไม่รบกวนหน้าดิน และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ไม่มีแนวโน้มที่ไปในทางเดียวกัน อีกทั้งพื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป พบว่ามีปริมาณ P โดยเฉลี่ย สูงกว่าพื้นที่ทั้งสองเช่นกัน

..... เพราะฉะนั้นจึงกล่าวได้ว่า การจัดการปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ของพืช จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย P ให้พอเหมาะกับความต้องการของพืช เพราะธาตุ P มีการสูญเสียความเป็นประโยชน์ในดินได้ง่าย ดังนั้น จึงควรหมั่นเพิ่มปริมาณ P ในดินให้เหมาะสมตลอดฤดูกาลเพาะปลูก

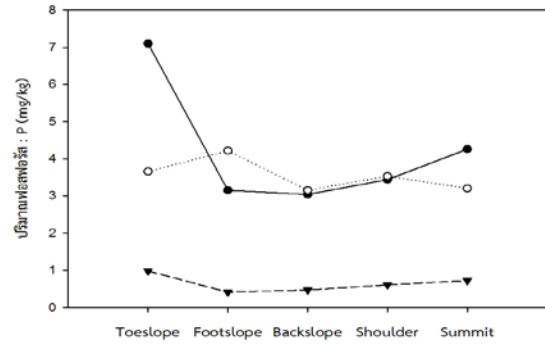
ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) เปรียบเทียบกับประเภทความลาดชัน



● พื้นที่เกษตรทั่วไป เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)  
 ○ พื้นที่เกษตรทั่วไป เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)  
 ▼ พื้นที่เกษตรทั่วไป เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

(ก)

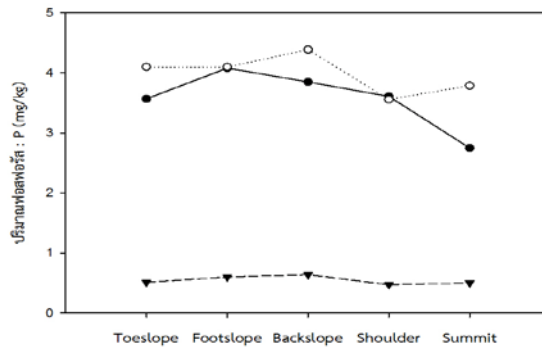
ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) เปรียบเทียบกับประเภทความลาดชัน



● พื้นที่ป่ายางพารา เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)  
 ○ พื้นที่ป่ายางพารา เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)  
 ▼ พื้นที่ป่ายางพารา เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

(ข)

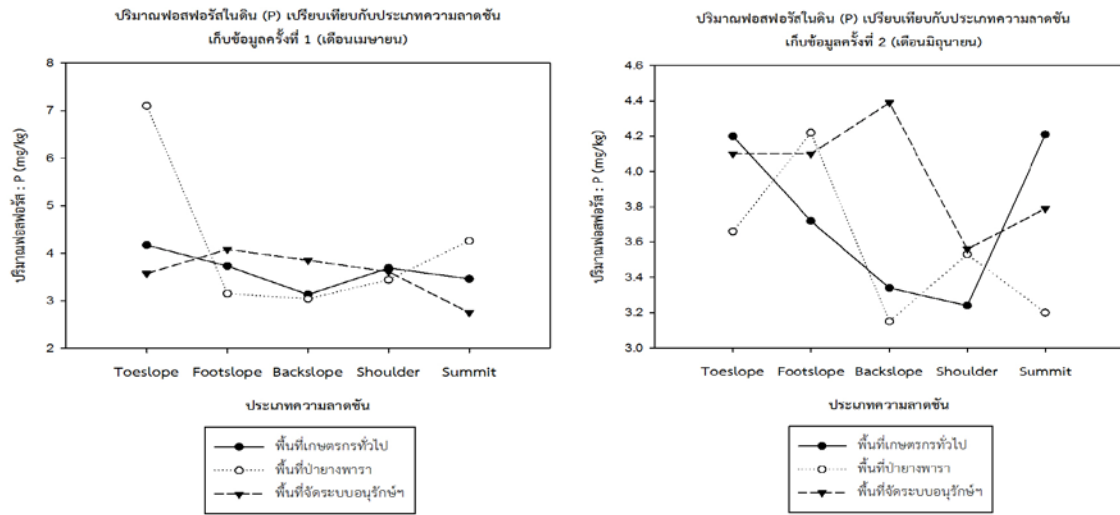
ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) เปรียบเทียบกับประเภทความลาดชัน



● พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)  
 ○ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)  
 ▼ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

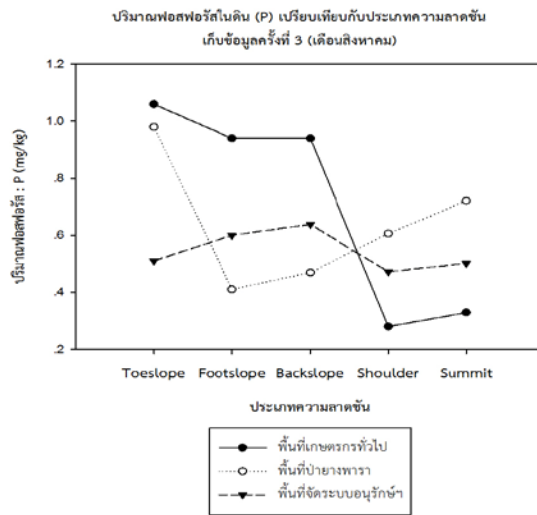
(ค)

ภาพที่ 23 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) ตามประเภทของความลาดชัน



(ก)

(ข)



(ค)

ภาพที่ 24 ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) ตามประเภทของความลาดชัน และและช่วงเวลาเก็บข้อมูล

### 1.5 ปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K)

ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) พบว่าปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษาและปัจจัยด้านระดับความลึกของดินที่ส่งผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่าพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ K โดยเฉลี่ย สูงที่สุด เท่ากับ 159.18 mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ K เท่ากับ 144.72 mg/kg และ พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ K เท่ากับ 115.58 mg/kg ตามลำดับ

ในขณะที่ปริมาณ K ในดิน เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึกของดินพบว่า ปริมาณ K ในดินมีปริมาณสูงที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และจะมีปริมาณลดต่ำลงตามระดับความลึกที่เพิ่มมากขึ้น โดยพื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ K เท่ากับ 129.06, 104.79 และ 112.90 mg/kg ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ K เท่ากับ 192.21, 150.50 และ 134.83 mg/kg ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ K เท่ากับ 164.07, 136.71 และ 133.45 mg/kg ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	149.02	111.56	118.01	127.92	138.79	129.059a
10 - 20	128.12	92.31	98.60	85.46	119.49	104.793b
20 - 30	110.55	109.56	123.83	102.24	118.32	112.899b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	129.228	104.476	113.479	105.207	125.530	115.584c
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม่ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	201.06	188.37	207.71	187.63	176.27	192.209a
10 - 20	138.84	151.75	167.04	153.58	141.30	150.503b
20 - 30	119.27	157.44	138.17	141.83	117.42	134.827c
ค่าเฉลี่ย (Mean)	153.059	165.858	170.971	161.013	144.998	159.180a
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	221.29	124.28	159.80	151.02	163.96	164.071a
10 - 20	157.95	106.18	153.45	136.34	129.62	136.708b
20 - 30	125.40	172.33	127.64	123.74	118.14	133.447b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	168.214	134.262	146.959	137.033	137.240	144.742b

ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) พบว่าปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษาและปัจจัยด้านระดับความลึกของดินที่ส่งผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่าพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ K โดยเฉลี่ย สูงที่สุด เท่ากับ 133.58 mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ K เท่ากับ 105.29 mg/kg และ พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ K เท่ากับ 78.13 mg/kg ตามลำดับ

ในขณะที่ปริมาณ K ในดิน เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึกของดินพบว่า พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ K ในดินที่ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่พื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ K สูงที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และจะมีปริมาณลดต่ำลงตามระดับความลึกที่เพิ่มมากขึ้น แต่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ K สูงสุดที่ผิวหน้าดิน แต่ในชั้นดินที่ลึกลงไป มีปริมาณ K ที่ไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ K เท่ากับ 79.82 74.93 และ 79.63 mg/kg ที่ระดับความลึก 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ K เท่ากับ 192.21 150.50 และ 134.83 mg/kg ที่ระดับความลึก 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ K เท่ากับ 164.07 136.71 และ 133.45 mg/kg ที่ระดับความลึก 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) (mg/kg)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	90.20	80.75	81.45	82.24	64.46	79.822a
10 - 20	91.11	80.64	70.05	68.07	64.78	74.930b
20 - 30	98.40	78.42	70.90	61.88	88.54	79.628a
ค่าเฉลี่ย (Mean)	93.238	79.934	74.136	70.732	72.595	78.127c
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มี การรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	158.36	173.45	164.21	161.82	159.35	163.440a
10 - 20	96.21	144.55	129.28	143.52	149.02	132.514b
20 - 30	83.00	123.10	95.92	107.64	114.30	104.794c
ค่าเฉลี่ย (Mean)	112.526	147.031	129.805	137.658	140.893	133.583a
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	123.09	121.20	132.03	118.94	132.39	125.528a
10 - 20	95.26	89.39	95.37	106.36	95.20	96.316b
20 - 30	95.55	92.05	97.91	90.03	94.54	94.016b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	104.633	100.880	108.436	105.110	107.375	105.287b

ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) พบว่าปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษาและปัจจัยด้านระดับความลึกของดินที่ส่งผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่าพื้นที่ที่ไม่มี การรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ K โดยเฉลี่ย สูงที่สุด เท่ากับ 151.61 mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ K เท่ากับ 115.63 mg/kg และ พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ K เท่ากับ 91.18 mg/kg ตามลำดับ

ในขณะที่ปริมาณ K ในดิน เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึกของดินพบว่า พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ K ในดินที่ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่พื้นที่ที่ไม่มี การรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ K สูงที่สุดที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร ใกล้เคียงกับระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร และมีปริมาณ K ที่ผิวหน้าดินน้อยที่สุด แต่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ K สูงสุดที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร แต่ในชั้นดินที่ลึกลงไปและผิวหน้าดิน มีปริมาณ K ที่ไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ K เท่ากับ 90.52, 93.97 และ 89.05 mg/kg ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ที่ไม่มี การรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ K เท่ากับ 145.73, 155.13 และ 153.96 mg/kg ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ K เท่ากับ 114.77, 119.76 และ 112.65 mg/kg ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ

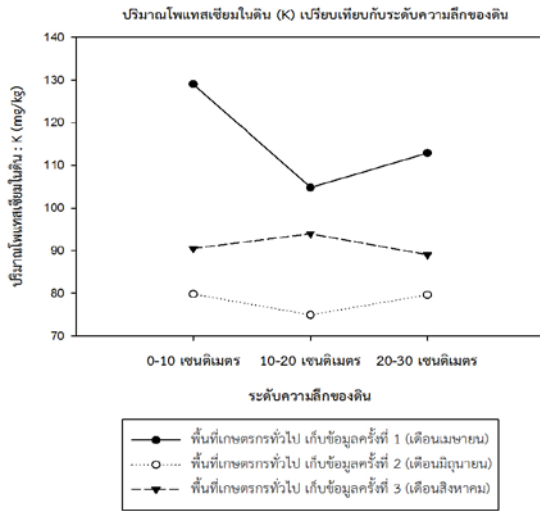
ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) (mg/kg)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	100.03	96.23	86.36	79.03	90.95	90.517a
10 - 20	101.60	98.03	112.54	77.58	80.06	93.963a
20 - 30	114.79	78.68	97.14	84.62	70.01	89.049a
ค่าเฉลี่ย (Mean)	105.472	90.981	98.678	80.407	80.343	91.177c
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม่ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	141.98	106.39	107.42	198.25	174.62	145.732b
10 - 20	137.55	198.65	140.27	125.44	173.73	155.127a
20 - 30	169.12	137.36	201.99	131.23	130.09	153.958a
ค่าเฉลี่ย (Mean)	149.550	147.468	149.895	151.639	159.478	151.606a
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	141.96	125.40	94.24	116.88	95.35	114.766b
10 - 20	109.75	144.10	116.11	99.93	127.42	119.461a
20 - 30	113.99	108.70	128.25	105.25	107.04	112.648b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	121.900	126.068	112.865	107.353	109.938	115.625b

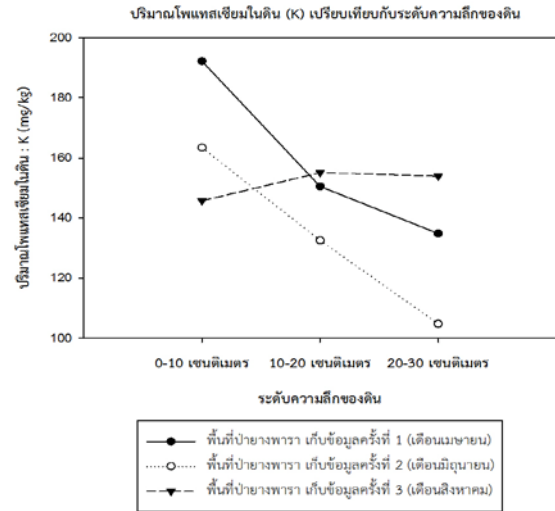


การวิจารณ์ผลการทดลองด้านปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) นั้น สามารถอธิบายได้ว่า พื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่งมีแนวโน้มปริมาณโพแทสเซียมโดยเฉลี่ยเมื่อเทียบกับช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลมีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ ปริมาณ K โดยเฉลี่ย ณ ช่วงเวลาการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) จะพบปริมาณธาตุดังกล่าวสูงที่สุด หลังจากนั้น ค่าเฉลี่ย K จะลดลงต่ำที่สุด เมื่อเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) และปริมาณ K จะเพิ่มขึ้นมาอยู่ในระดับกึ่งกลางเมื่อเทียบกับการเก็บข้อมูลทั้งสองครั้งก่อนหน้า ณ การเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ดังภาพที่ 25 จากข้อมูลข้างต้นสามารถอนุมานได้ว่า กลไกการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณ K ในดิน มีความใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง แม้ว่าเมื่อมีการเปรียบเทียบเฉพาะพื้นที่ศึกษาทดลองในครั้งใด จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ซึ่งถ้าเรียงลำดับค่าเฉลี่ย K ในดินตามพื้นที่ศึกษาจากสูงไปต่ำ จะเรียงได้ดังนี้ พื้นที่ป่ายางพารา...พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ...และ...พื้นที่เพาะปลูกทั่วไปตามลำดับ (ภาพที่ 26) ซึ่งเหตุผลของค่าอธิบายดังกล่าว อาจเกิดขึ้น การใส่ปุ๋ยที่มีธาตุ K ลงไปในระยะเริ่มเพาะปลูกโดยเกษตรกร ในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน แต่พื้นที่เพาะปลูกที่มีสิ่งปกคลุมหน้าดินและการชะลอกการพัดพาธาตุอาหารจากบริเวณหน้าดินไม่ให้ออกไปจากพื้นที่เร็วเกินไป อาจส่งผลให้มีปริมาณ K ที่คงอยู่ในดินมากกว่าพื้นที่เพาะปลูกทั่วไปที่ไม่มีมาตรการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินใด ๆ เลย นอกจากนี้ อาจกล่าวได้ว่า การไม่รบกวนหน้าดิน และปล่อยให้สิ่งปกคลุมหน้าดินตลอดเวลา จะช่วยรักษาปริมาณ K ในดิน ให้คงสภาพความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่อไปได้ดีที่สุด

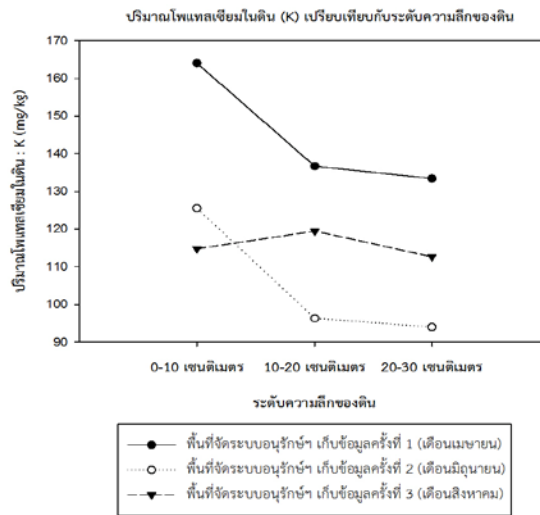
เมื่อสังเกตปริมาณ K ในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ เปรียบเทียบกับระดับความลึกของดิน พบว่า พื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง มีแนวโน้มของปริมาณ K ที่สอดคล้องกัน กล่าวคือ ปริมาณ K โดยเฉลี่ยจะพบมากที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และจะลดลงเมื่อระดับความลึกที่เพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 26) โดยเฉพาะในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) อย่างไรก็ตาม แนวโน้มของปริมาณ K ต่อระดับความลึกของดินมีการเปลี่ยนแปลงไป เมื่อเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ซึ่งปรากฏว่า ปริมาณ K ที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร มีค่าสูงที่สุด ซึ่งอาจเกิดจากการชะล้างจากหน้าดินลงสู่ชั้นดินที่ลึกกว่าโดยการถูกชะล้างพัดพาโดยน้ำในช่วงฤดูฝน ในทุกพื้นที่ศึกษาวิจัย



(ก)

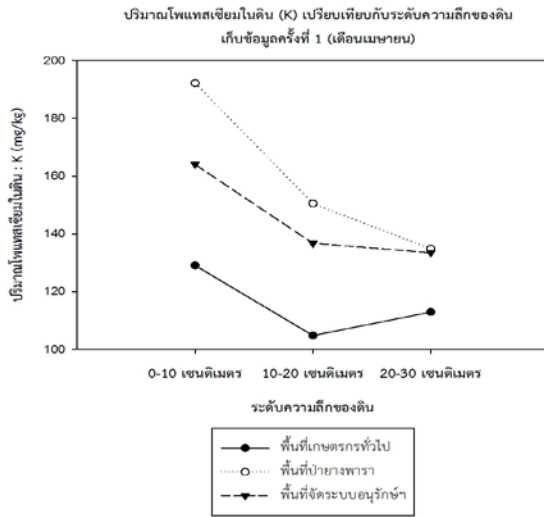


(ข)

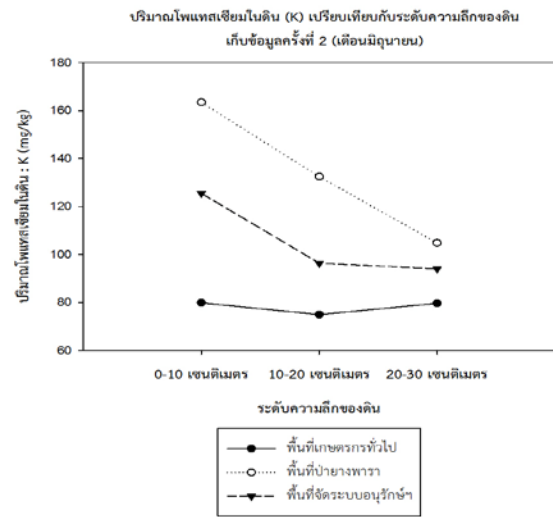


(ค)

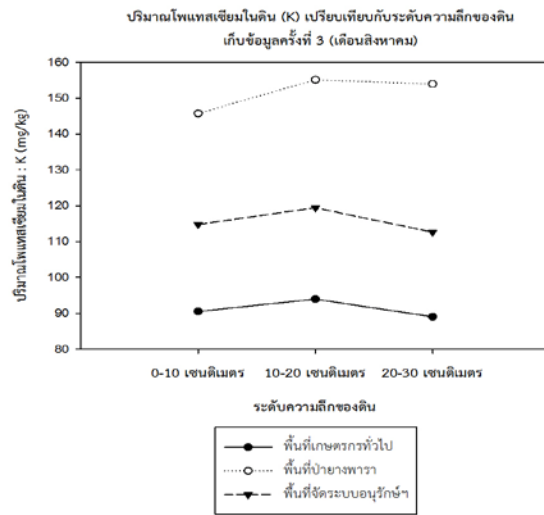
ภาพที่ 25 ค่าเฉลี่ยปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) ตามระดับความลึกของดิน



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 26 ค่าเฉลี่ยปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) ตามระดับความลึกของดิน และช่วงเวลาเก็บข้อมูล

## 1.6 ปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg)

ผลการศึกษาในส่วนของปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) พบว่า ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษาและปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน มีปริมาณ Mg ในดินที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Mg กับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Mg สูงที่สุด เท่ากับ 109.41 mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ปายางพารา มีปริมาณ Mg เท่ากับ 66.95 mg/kg และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Mg เท่ากับ 46.99 mg/kg ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Mg กับระดับความลึกของดิน พบว่า ปริมาณ Mg มีผลผันกับระดับความลึกของดิน กล่าวคือ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Mg เท่ากับ 74.27 41.58 และ 25.12 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ปายางพารา มีปริมาณ Mg เท่ากับ 98.41 58.48 และ 43.96 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Mg เท่ากับ 126.72 106.64 และ 94.87 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในขณะที่ปริมาณ Mg เมื่อเปรียบเทียบกับความลาดชัน แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่า พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Mg สูงสุด ณ บริเวณ Toeslope เท่ากับ 82.27 mg/kg พื้นที่ปายางพารา มีปริมาณ Mg สูงสุด ณ บริเวณ Summit เท่ากับ 80.38 mg/kg และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Mg สูงสุด ณ บริเวณ Shoulder เท่ากับ 116.12 mg/kg

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg)					
	(mg/kg)					
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	101.10	55.81	84.16	57.84	72.45	74.274a
10 - 20	86.59	28.16	32.25	28.55	32.32	41.575b
20 - 30	59.12	12.76	12.97	12.15	28.58	25.116c
ค่าเฉลี่ย (Mean)	82.273	32.242	43.129	32.848	44.450	46.988c
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	93.14	92.52	94.73	106.55	105.09	98.406a
10 - 20	35.30	38.95	63.98	72.77	81.40	58.481b
20 - 30	17.02	35.02	61.19	51.93	54.63	43.958c
ค่าเฉลี่ย (Mean)	48.488	55.497	73.303	77.080	80.375	66.949b
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	150.97	117.85	122.15	116.14	126.51	126.724a
10 - 20	96.68	112.63	115.75	120.89	87.28	106.644b
20 - 30	87.89	93.18	89.82	111.33	92.15	94.874b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	111.848	107.887	109.238	116.119	101.980	109.414a

ผลการศึกษาในส่วนของปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) พบว่า ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษาและปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน มีปริมาณ Mg ในดินที่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยยะสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Mg กับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Mg สูงที่สุด เท่ากับ 57.22 mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Mg เท่ากับ 39.18 mg/kg และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Mg เท่ากับ 23.49 mg/kg ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Mg กับระดับความลึกของดิน พบว่า ปริมาณ Mg มีผลผันกับระดับความลึกของดิน กล่าวคือ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Mg เท่ากับ 33.10, 21.77 และ 23.49 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Mg เท่ากับ 54.58, 36.01 และ 26.97 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Mg เท่ากับ 67.25, 57.37 และ 47.06 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในขณะที่ปริมาณ Mg เมื่อเปรียบเทียบกับความลาดชัน แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่า พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Mg สูงสุด ณ บริเวณ Toeslope เท่ากับ 39.85 mg/kg พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Mg สูงสุด ณ บริเวณ Shoulder เท่ากับ 43.21 mg/kg และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Mg สูงสุด ณ บริเวณ Shoulder เท่ากับ 67.87 mg/kg

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	(mg/kg)					
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	51.48	23.45	31.50	30.20	28.86	33.100a
10 - 20	36.11	16.99	18.97	16.43	20.34	21.766b
20 - 30	31.95	10.91	10.90	10.54	13.73	15.605b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	39.850	17.116	20.457	19.054	20.975	23.490
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	53.34	57.44	56.25	53.86	51.98	54.576a
10 - 20	24.98	28.27	39.00	43.91	43.87	36.006b
20 - 30	16.38	24.86	28.26	31.84	33.52	26.971b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	31.568	36.856	41.170	43.205	43.122	39.184
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	55.48	66.31	64.11	84.34	65.99	67.245a
10 - 20	49.05	65.11	52.91	67.67	52.10	57.370b
20 - 30	40.34	53.78	46.22	51.61	43.33	47.057c
ค่าเฉลี่ย (Mean)	48.291	61.734	54.417	67.871	53.806	57.224

ผลการศึกษาในส่วนของปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) พบว่า ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษาและปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน มีปริมาณ Mg ในดินที่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยยะสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Mg กับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Mg สูงที่สุด เท่ากับ 62.98 mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Mg เท่ากับ 41.75 mg/kg และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Mg เท่ากับ 20.92 mg/kg ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Mg กับระดับความลึกของดิน พบว่า ปริมาณ Mg มีผลผันกับระดับความลึกของดิน ยกเว้นพื้นที่ป่ายางพารา ที่มีปริมาณ Mg ในชั้นดินล่าง มีปริมาณมากกว่าชั้นดินบน กล่าวคือ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Mg เท่ากับ 29.24 20.16 และ 13.35 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Mg เท่ากับ 32.32 44.93 และ 47.99 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Mg เท่ากับ 65.92 64.04 และ 58.98 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในขณะที่ปริมาณ Mg เมื่อเปรียบเทียบกับความลาดชัน แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่า พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Mg สูงสุด ณ บริเวณ Toeslope เท่ากับ 31.24 mg/kg พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Mg สูงสุด ณ บริเวณ Backslope เท่ากับ 44.46 mg/kg และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Mg สูงสุด ณ บริเวณ Footslope เท่ากับ 69.26 mg/kg

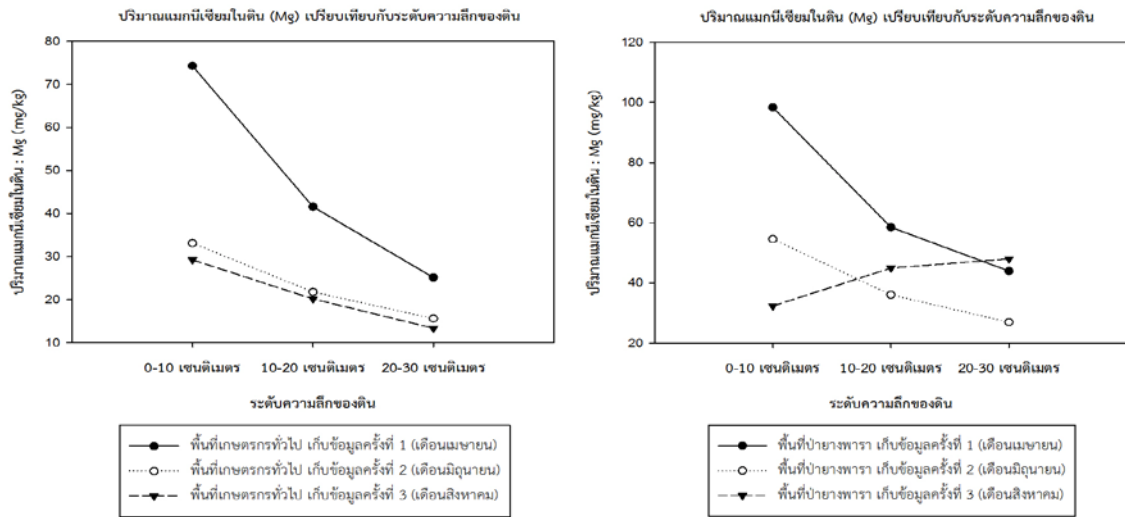
ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg) ในพื้นที่ที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg)					
	(mg/kg)					
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	37.15	20.88	27.28	26.96	33.91	29.238a
10 - 20	31.02	14.60	17.81	15.25	22.11	20.159b
20 - 30	25.54	9.58	9.18	8.01	14.45	13.351c
ค่าเฉลี่ย (Mean)	31.240	15.022	18.090	16.741	23.488	20.916c
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	45.17	20.15	12.28	56.32	27.66	32.316b
10 - 20	12.90	61.49	43.49	29.63	77.15	44.932a
20 - 30	49.93	40.77	77.59	44.77	26.93	47.998a
ค่าเฉลี่ย (Mean)	35.998	40.803	44.456	43.574	43.914	41.749b
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	91.22	66.67	46.23	66.50	58.99	65.923a
10 - 20	53.35	79.81	67.83	52.30	66.89	64.035a
20 - 30	60.40	61.29	79.23	47.20	46.77	58.977a
ค่าเฉลี่ย (Mean)	68.324	69.257	64.429	55.332	57.549	62.978a

ปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg) ที่พบในแต่ละพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง มีปริมาณที่ลดลงตามช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูล แม้ว่าในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) พื้นที่ป่าบางพารา และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ที่มีปริมาณ Mg เพิ่มขึ้นมาเล็กน้อย และพบว่าปริมาณ Mg ที่ระดับความลึก 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร จะมีค่าที่มากกว่า ระดับความลึกที่ 0-10 เซนติเมตร (ภาพที่ 27 ข และ ค) แต่ทว่า ค่าเฉลี่ย Mg ในแต่ละพื้นที่ มีค่าสูงที่สุดบริเวณผิวหน้าดินแล้วจะลดลงตามระดับความลึก

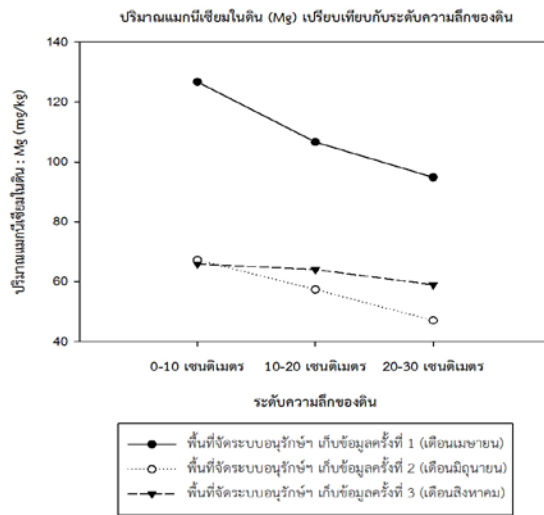
แนวโน้มของการลดลงของปริมาณ Mg เมื่อเวลาผ่านไป อาจเกิดจากการที่พืชนำธาตุอาหารไปใช้ และสะสมผลผลิต และการสูญเสียโดยการถูกชะล้างพัดพาลงสู่ชั้นดินล่างก็ได้ โดยสังเกตได้จากพื้นที่ป่าบางพารา และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ในช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 ที่ปริมาณ Mg ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีค่าน้อยกว่าปริมาณ Mg ที่ระดับความลึก 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร (ภาพที่ 27 ข และ ค) ซึ่งอาจเกิดจากการชะล้างพัดพาธาตุอาหารให้ลงสู่ชั้นดินในระดับที่ลึกลงไป

ภาพที่ 28 แสดงปริมาณ Mg โดยเฉลี่ยระหว่างพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง ตลอดช่วงระยะเวลาที่มีการเก็บข้อมูล พบว่า แนวโน้มของปริมาณ Mg โดยเฉลี่ย ณ ช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีความสอดคล้องกัน และมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Mg สูงที่สุด รองลงมาคือ พื้นที่ป่าบางพารา และพื้นที่เกษตรกรทั่วไป ตามลำดับ แต่เมื่อถึงช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 พื้นที่ป่าบางพารา จะมีปริมาณ โดยเฉลี่ยที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ใกล้เคียงกับพื้นที่เกษตรกรทั่วไป แต่ปริมาณ Mg ที่ระดับความลึก 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร มีปริมาณ Mg ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจาก การเคลื่อนตัวของธาตุ Mg ซึมลงไปสู่ชั้นดินล่างจากกระบวนการชะล้างพัดพาโดยฝน แทนที่การชะล้างพัดพาหน้าดินในแนวขวางแล้วสูญเสียออกไปจากพื้นที่ก็ได้



(ก)

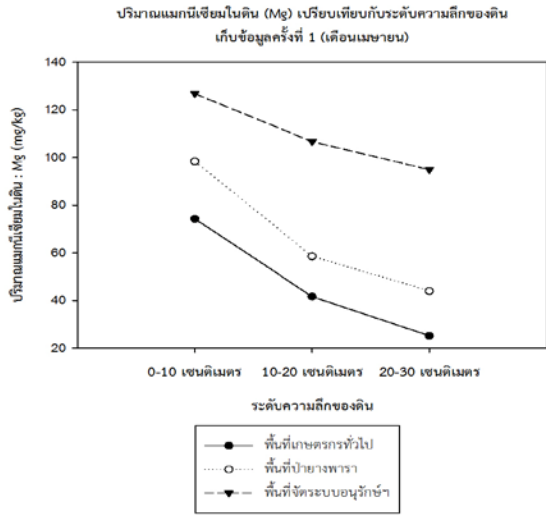
(ข)



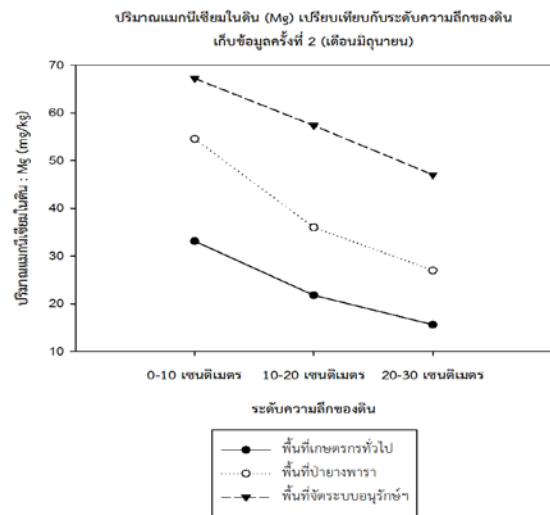
(ค)

ภาพที่ 27 ค่าเฉลี่ยปริมาณแมงกนีเซียมในดิน (Mg) ตามระดับความลึกของดิน

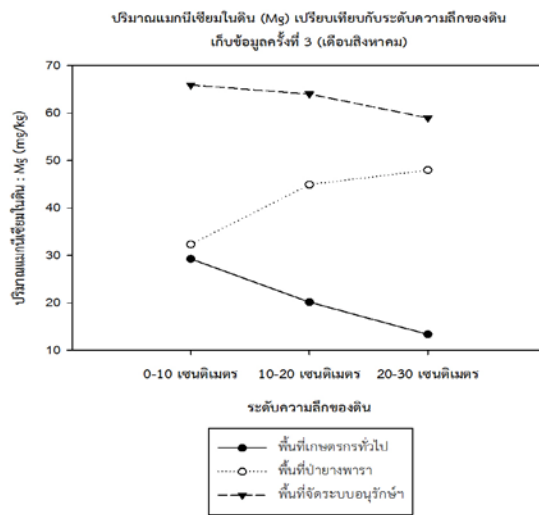




(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 28 ค่าเฉลี่ยปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg) ตามระดับความลึกของดิน และช่วงเวลาเก็บข้อมูล

### 1.7 ปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca)

ผลการศึกษาในส่วนของปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) พบว่า ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษาและปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน มีปริมาณ Ca ในดินที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Ca กับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca สูงที่สุด เท่ากับ 1,578.94 mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca เท่ากับ 308.25 mg/kg และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca เท่ากับ 304.55 mg/kg ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Ca กับระดับความลึกของดิน พบว่า ปริมาณ Ca มีผกผันกับระดับความลึกของดิน กล่าวคือ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca เท่ากับ 386.88 295.31 และ 231.45 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca เท่ากับ 416.38 320.53 และ 187.83 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca เท่ากับ 1,720.90 1,545.47 และ 1,470.46 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในขณะที่ปริมาณ Ca เมื่อเปรียบเทียบกับความลาดชัน แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่า พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca สูงสุด ณ บริเวณ Toeslope เท่ากับ 569.90 mg/kg พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca สูงสุด ณ บริเวณ Summit เท่ากับ 399.94 mg/kg และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca สูงสุด ณ บริเวณ Shoulder เท่ากับ 1,700.34 mg/kg

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) (mg/kg)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
	<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>					
0 - 10	607.85	332.91	373.98	282.49	337.16	386.878a
10 - 20	628.41	233.72	206.78	195.03	212.60	295.309b
20 - 30	473.43	179.81	140.90	163.13	199.99	231.453c
ค่าเฉลี่ย (Mean)	569.898	248.814	240.553	213.549	249.918	304.546b
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	380.51	335.28	445.12	429.91	491.10	416.384a
10 - 20	154.96	214.61	390.06	363.55	479.49	320.533b
20 - 30	92.54	171.98	256.35	189.07	229.23	187.833c
ค่าเฉลี่ย (Mean)	209.335	240.623	363.840	327.511	399.942	308.250b
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	1788.02	1465.54	1799.64	1764.61	1786.69	1720.901a
10 - 20	1146.51	1554.82	1797.17	1800.23	1428.62	1545.472b
20 - 30	1147.21	1662.95	1404.48	1536.17	1601.49	1470.459c
ค่าเฉลี่ย (Mean)	1360.583	1561.103	1667.097	1700.336	1605.600	1578.944a

ผลการศึกษาในส่วนของปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) พบว่า ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษา มีปริมาณ Ca ในดินที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 และปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน มีปริมาณ Ca ในดินที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Ca กับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca สูงที่สุด เท่ากับ 1,314.99 mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca เท่ากับ 321.41 mg/kg และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca เท่ากับ 298.43 mg/kg ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Ca กับระดับความลึกของดิน พบว่า ปริมาณ Ca มีผกผันกับระดับความลึกของดิน กล่าวคือ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca เท่ากับ 348.50, 298.95 และ 247.85 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca เท่ากับ 407.78, 334.13 และ 222.33 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca เท่ากับ 1,412.48, 1,264.46 และ 1,268.04 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในขณะที่ปริมาณ Ca เมื่อเปรียบเทียบกับความลาดชัน แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่า พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca สูงสุด ณ บริเวณ Toeslope เท่ากับ 540.18 mg/kg พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca สูงสุด ณ บริเวณ Backslope เท่ากับ 389.13 mg/kg และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca สูงสุด ณ บริเวณ Shoulder เท่ากับ 1,465.93 mg/kg

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) (mg/kg)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	549.96	269.25	328.23	289.92	305.16	348.502a
10 - 20	522.58	280.55	230.75	204.79	256.06	298.945b
20 - 30	548.01	176.13	167.61	151.68	195.83	247.851c
ค่าเฉลี่ย (Mean)	540.183	241.974	242.196	215.465	252.348	298.433b
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม่ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	443.02	360.33	452.06	395.87	387.59	407.775a
10 - 20	200.11	229.77	455.03	369.84	415.88	334.126b
20 - 30	107.49	208.50	260.30	251.68	283.68	222.331c
ค่าเฉลี่ย (Mean)	250.208	266.198	389.131	339.129	362.386	321.410b
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	1175.32	1459.77	1359.25	1795.50	1272.56	1412.477a
10 - 20	1221.66	1153.30	1284.75	1401.66	1260.94	1264.461b
20 - 30	985.09	1576.89	1329.36	1200.62	1248.24	1268.038b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	1127.354	1396.650	1324.450	1465.927	1260.578	1314.992a

ผลการศึกษาในส่วนของปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) พบว่า ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษา และปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน มีปริมาณ Ca ในดินที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Ca กับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca สูงที่สุด เท่ากับ 1,414.26 mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca เท่ากับ 342.88 mg/kg และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca เท่ากับ 274.94 mg/kg ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Ca กับระดับความลึกของดิน พบว่า ปริมาณ Ca มีผกผันกับระดับความลึกของดิน เฉพาะพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป โดยพื้นที่ป่ายางพารา และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ พบปริมาณ Ca สูงที่สุด ที่ระดับชั้นดินล่าง กล่าวคือ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca เท่ากับ 334.07, 277.05 และ 213.70 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca เท่ากับ 233.95, 381.58 และ 413.12 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca เท่ากับ 1,379.01, 1,481.88 และ 1,381.91 mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในขณะที่ปริมาณ Ca เมื่อเปรียบเทียบกับความลาดชัน แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca สูงสุด ณ บริเวณ Toeslope เท่ากับ 401.88 mg/kg พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca สูงสุด ณ บริเวณ Footslope เท่ากับ 374.64 mg/kg และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca สูงสุด ณ บริเวณ Toeslope เท่ากับ 1,596.25 mg/kg

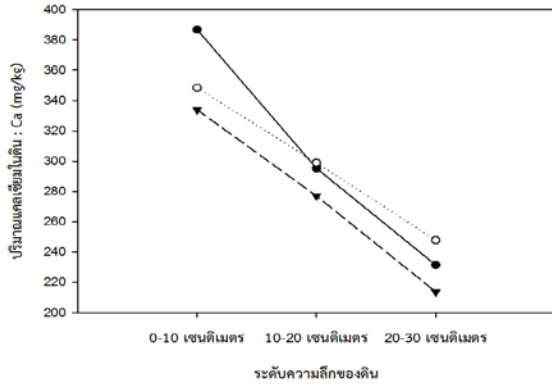
ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) (mg/kg)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
	<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>					
0 - 10	417.50	305.66	308.55	298.49	340.12	334.065a
10 - 20	399.60	262.87	250.36	186.19	286.22	277.049b
20 - 30	388.54	164.74	144.73	168.14	202.35	213.701b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	401.880	244.425	234.547	217.608	276.232	274.938b
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	342.89	160.59	81.31	347.24	237.73	233.952c
10 - 20	91.50	611.90	439.13	252.97	512.38	381.577b
20 - 30	454.89	351.42	591.07	430.23	237.99	413.120a
ค่าเฉลี่ย (Mean)	296.425	374.639	370.504	343.479	329.368	342.883b
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	1621.62	1464.97	1105.84	1373.57	1329.03	1379.006b
10 - 20	1709.15	1365.05	1408.02	1337.66	1589.50	1481.878a
20 - 30	1457.96	1343.28	1643.71	1170.50	1294.10	1381.908b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	1596.246	1391.098	1385.858	1293.908	1404.209	1414.264a

ผลการศึกษาด้านปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) สามารถวิจารณ์ผลได้ ดังนี้ Ca เป็นธาตุอาหารพืชที่มีอัตราการสูญเสียออกไปจากหน้าดินหรือการถูกชะล้างพังทลายของดินในแนวระนาบน้อยมาก ซึ่งสังเกตได้จากพื้นที่เกษตรกรทั่วไป...ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ Ca โดยเฉลี่ยตามช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูล (ภาพที่ 29 ก) อย่างไรก็ตาม พื้นที่ป่าบางพารา และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์...มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณธาตุ Ca ตามช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลแตกต่างไปจากพื้นที่เกษตรกรทั่วไป...กล่าวคือ ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) พื้นที่ป่าบางพารา มีปริมาณ Ca สูงที่สุด ที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร มากกว่าปริมาณ Ca ที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร และ 0-10 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 29 ข) จะเห็นได้ว่า ปริมาณ Ca ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) มีค่าใกล้เคียงกัน ปริมาณ Ca ที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร และ 20-30 เซนติเมตร ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) แสดงให้เห็นว่า มีการชะล้างธาตุ Ca ในแนวลึกหรือแนวตั้งมากที่สุด ในขณะที่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์...มีการลดลงของปริมาณ Ca ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 อย่างมาก ซึ่งอาจเกิดจากการชะล้างพัดพาธาตุ Ca ให้ออกไปจากพื้นที่ศึกษาในแนวราบ จากนั้นจึงมีการชะล้างพัดพาธาตุ Ca ในแนวลึกหรือแนวตั้ง เมื่อมีการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ดังภาพที่ 29 ค

ภาพที่ 30 แสดงปริมาณธาตุ Ca ในดิน ที่เปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง ปรากฏว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์...มีปริมาณ Ca สูงที่สุด แตกต่างจากพื้นที่ศึกษาที่เหลือทั้งสองอย่างชัดเจน ซึ่งอาจเกิดจากการที่เกษตรกรในพื้นที่ที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ...ใช้วัสดุปุ๋ยเป็นสารปรับปรุงบำรุงดินในพื้นที่และมีการตกค้างอยู่ในดินหลังการเก็บเกี่ยวพืชจำนวนมาก

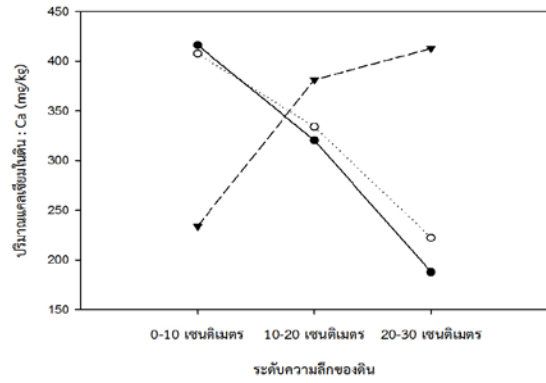
ปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) เปรียบเทียบกับระดับความลึกของดิน



● พื้นที่เกษตรกรทั่วไป เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)  
 ○ พื้นที่เกษตรกรทั่วไป เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)  
 ▼ พื้นที่เกษตรกรทั่วไป เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

(ก)

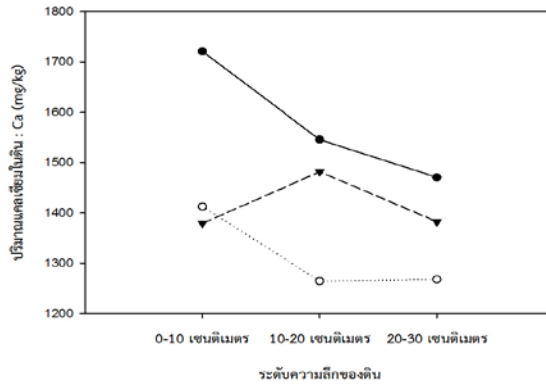
ปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) เปรียบเทียบกับระดับความลึกของดิน



● พื้นที่ป่ายางพารา เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)  
 ○ พื้นที่ป่ายางพารา เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)  
 ▼ พื้นที่ป่ายางพารา เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

(ข)

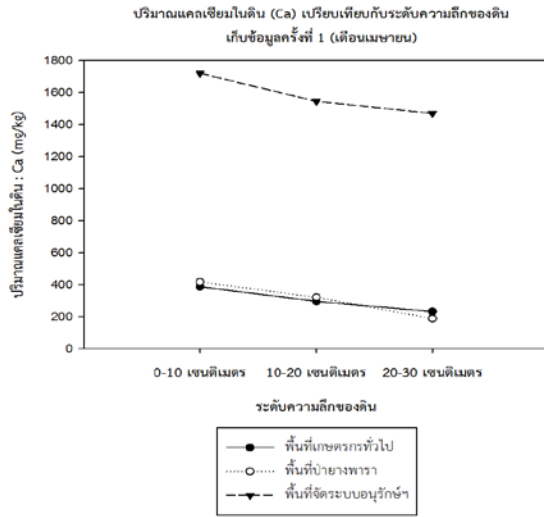
ปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) เปรียบเทียบกับระดับความลึกของดิน



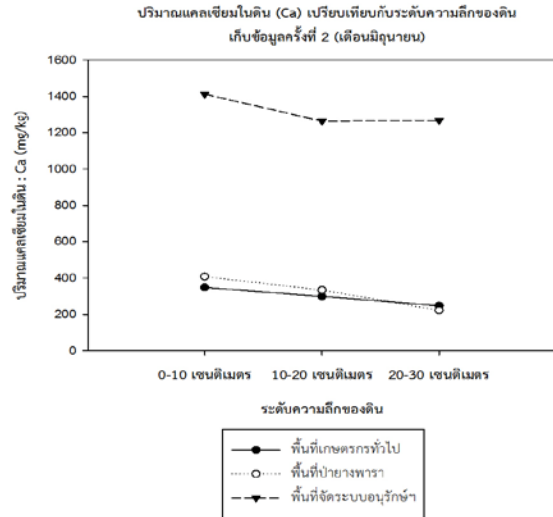
● พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)  
 ○ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)  
 ▼ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนมิถุนายน)

(ค)

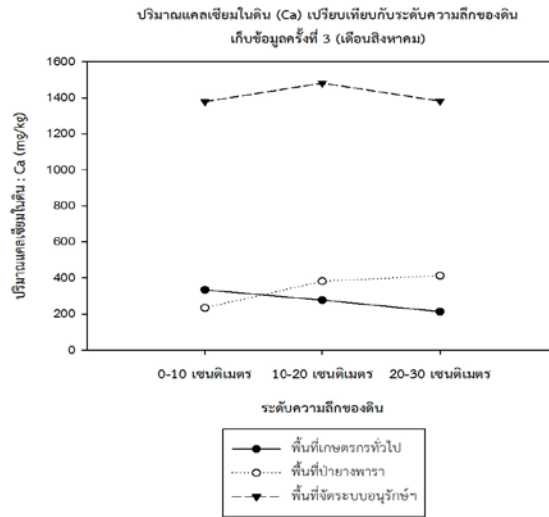
ภาพที่ 29 ค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) ตามระดับความลึกของดิน



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 30 ค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) ตามระดับความลึกของดิน และช่วงเวลาเก็บข้อมูล



## 2. การประเมินการชะล้างพังทลายของดินด้วยใช้เทคนิคทางนิวเคลียร์ไอโซโทป $^{210}\text{Pbex}$

ผลการศึกษ ปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเพื่อเปรียบเทียบพื้นที่เกษตรกรรม โดยใช้วิธีการประเมินด้วยเทคนิคทางนิวเคลียร์ไอโซโทป ด้วยนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุตะกั่ว  $^{210}\text{Pb}$  ( $^{210}\text{Pb}$ ) สามารถแบ่งประเภทการประเมินออกเป็น 2 ประเภทคือ

1) การประเมินปริมาณและความเข้มข้นของ  $^{210}\text{Pb}$  ในแนวตั้งหรือแนวลึก (Vertical distribution) ซึ่งเป็นการอธิบาย การสูญเสียธาตุอาหารพืชลงสู่ชั้นดินล่างหรือการชะละลาย (soil leaching) ซึ่งเป็นการสูญเสียหน้าดินและธาตุอาหารพืชที่ละลายน้ำได้จากดินเนื่องจากฝนและระบบชลประทาน โดยปริมาณความเข้มข้นของ  $^{210}\text{Pb}$  จะอยู่ในหน่วย Becquerels ต่อ kilogram (Bq/kg) และ Becquerels ต่อ square meter (Bq/m<sup>2</sup>) โดยจะรายงานออกมาตามระดับความลึกแต่ละระดับ (0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร) ตามแต่ละช่วงระยะเวลาของการเก็บตัวอย่างดิน

2) การประเมินปริมาณและความเข้มข้นของ  $^{210}\text{Pb}$  ในแนวราบหรือแนวตัดขวางความลาดเท (Horizontal distribution) เป็นการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินของพื้นที่ตามตำแหน่งความลาดชันประเภทต่าง ๆ โดยสามารถประเมินอัตราการกระจายของดิน (Soil redistribution rate; SRD) ที่ประกอบด้วย บริเวณที่มีการกัดกร่อนหรือสูญเสียดิน (Gross erosion) หมายถึง บริเวณที่มีการเคลื่อนย้ายของมวลดิน และบริเวณที่มีการทับถมของตะกอนดิน (Gross deposition) หมายถึง บริเวณที่มีการสะสมหรือรวมตัวกันของมวลดิน ดังนั้น การประเมินในรูปแบบนี้จะคำนวณโดยใช้สมการ Mass balance model II ของ Walling และ He (1999) โดยใช้ความแตกต่างของปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  inventories ที่พบในพื้นที่นั้น ๆ เป็นตัวแปรหลัก ชลประทาน โดยปริมาณความเข้มข้นของ  $^{210}\text{Pb}$  จะคำนวณจากหน่วย Bq/kg และ Bq/m<sup>2</sup> ให้ออกมาเป็นปริมาณการสูญเสียดินในหน่วย ตัน ต่อ เฮกตาร์ ต่อ ปี (t/ha/yr)

จากการอธิบายรายละเอียดข้อมูลข้างต้น สามารถรายงานผลการศึกษาได้ ดังนี้

### 2.1 Vertical distribution and concentration of $^{210}\text{Pbex}$ in the study area

จากการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ดังตารางที่ 24 พบว่า ค่าเฉลี่ยความแรงรังสี  $^{210}\text{Pb}$  ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg) มีความแตกต่างกันของ ปัจจัยด้านความลึกของดินและปัจจัยด้านความลาดชัน อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ค่าเฉลี่ยความแรงรังสี  $^{210}\text{Pb}$  เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึกของดิน รายงานได้ว่า ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ปริมาณสูงที่สุดที่ระดับผิวดิน และมีปริมาณที่ลดลงตามความลึกของดินที่มากขึ้น กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีการจัดการดินใด ๆ มีค่าเฉลี่ยปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  เท่ากับ 28.967, 25.553 และ 16.891 Bq/kg ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีค่าเฉลี่ยปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  เท่ากับ 28.519, 26.560 และ 21.100 Bq/kg ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ยปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  เท่ากับ 27.645, 23.142 และ 13.271 Bq/kg ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยความแรงรังสี  $^{210}\text{Pb}$  เมื่อเปรียบเทียบกับประเภทของความลาดชัน พบว่า พื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง มีการสะสมของปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ในบริเวณ Toeslope มากที่สุด (30.280, 28.111 และ 33.049 Bq/kg ณ บริเวณ Toeslope ของพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป พื้นที่ป่ายางพารา และ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ตามลำดับ) โดยเรียงลำดับปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  จากสูงที่สุดไปต่ำที่สุด ตามความลาดชันแต่ละบริเวณได้ ประกอบด้วย พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป เรียงลำดับปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ได้คือ Toeslope > Footslope > Backslope > Shoulder > Summit พื้นที่ป่ายางพารา เรียงลำดับปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ได้คือ Toeslope > Shoulder > Backslope > Summit > Footslope และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ เรียงลำดับปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ได้คือ Toeslope > Shoulder > Backslope > Footslope > Summit

ในขณะที่ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษา จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พื้นที่ป่า ยางพารา พบค่าเฉลี่ยความแรงรังสี  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด เท่ากับ 25.395 Bq/kg รองลงมา คือ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป พบค่าเฉลี่ยความแรงรังสี  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด เท่ากับ 23.804 Bq/kg และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ พบค่าเฉลี่ยความ แรงรังสี  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด เท่ากับ 21.352 Bq/kg ตามลำดับ

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยปริมาณความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ปริมาณตะกั่ว 210 ในดิน ( $^{210}\text{Pb}$ )						
ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	(Bq/kg)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	37.211	30.023	31.593	23.614	22.395	28.967a
10 - 20	33.952	30.654	19.857	20.300	23.003	25.553a
20 - 30	19.678	15.724	13.299	20.262	15.489	16.891b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	30.280a	25.467b	21.583b	21.392b	20.296b	23.804
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม่ผลที่ไม่มีการบกรกหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	39.015	16.988	18.288	33.797	34.507	28.519a
10 - 20	25.223	32.434	33.043	19.881	22.218	26.560a
20 - 30	20.096	21.214	23.670	23.108	17.414	21.100b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	28.111a	23.545a	25.000a	25.595a	24.713a	25.393
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	30.485	28.602	28.112	24.545	26.482	27.645a
10 - 20	48.476	15.495	18.353	22.633	10.750	23.142b
20 - 30	20.186	11.854	11.202	14.633	8.477	13.271c
ค่าเฉลี่ย (Mean)	33.049a	18.650b	19.223b	20.604b	15.236b	21.352

จากการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ดังตารางที่ 25 พบว่า ค่าเฉลี่ยความแรงรังสี  $^{210}\text{Pb}$  ต่อ ดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg) มีความแตกต่างกันของ ปัจจัยด้านความลึกของดิน อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 0.05

ค่าเฉลี่ยความแรงรังสี  $^{210}\text{Pb}$  เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึกของดิน รายงานได้ว่า พื้นที่ปลูกพืช ทั่วไป และพื้นที่ป่ายางพารา พบปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ปริมาณสูงที่สุดที่ระดับผิวน้ำดิน และมีปริมาณที่ลดลงตาม ความลึกของดินที่มากขึ้น ในขณะที่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ พบปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร รองลงมา คือ ที่ระดับความลึก 20-30 และ 10-20 เซนติเมตร ตามลำดับ กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืช ทั่วไปที่ไม่มีการจัดการดินใด ๆ มีค่าเฉลี่ยปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  เท่ากับ 22.695, 20.916 และ 15.681 Bq/kg ที่ระดับ ความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการบกรกหน้าดิน มีค่าเฉลี่ย ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  เท่ากับ 30.753, 21.442 และ 13.986 Bq/kg ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ยปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  เท่ากับ 27.376, 19.982 และ 24.865 Bq/kg ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ

แม้ว่าค่าเฉลี่ยความแรงรังสี  $^{210}\text{Pb}$  เมื่อเปรียบเทียบกับประเภทของความลาดชัน จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่สามารถรายงานได้ว่า พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป และพื้นที่ป่ายางพารา พบปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด ณ บริเวณ Summit ในขณะที่ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ พบปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด ณ บริเวณ Shoulder โดยเรียงลำดับปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  จากสูงที่สุดไปต่ำที่สุด ตามความลาดชันแต่ละบริเวณได้ ประกอบด้วย พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป เรียงลำดับปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ได้ คือ Summit > Shoulder > Toeslope > Footslope > Backslope พื้นที่ป่ายางพารา เรียงลำดับปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ได้คือ Summit > Toeslope > Footslope > Shoulder > Backslope และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ เรียงลำดับปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ได้คือ Shoulder > Backslope > Footslope > Summit > Toeslope

ในขณะที่ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษา จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ พบค่าเฉลี่ยความแรงรังสี  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด เท่ากับ 24.074 Bq/kg รองลงมา คือ พื้นที่ป่ายางพารา พบค่าเฉลี่ยความแรงรังสี  $^{210}\text{Pb}$  เท่ากับ 22.061 Bq/kg และ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป พบค่าเฉลี่ยความแรงรังสี  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด เท่ากับ 19.764 Bq/kg ตามลำดับ

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยปริมาณความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณตะกั่ว 210 ในดิน ( $^{210}\text{Pb}$ ) (Bq/kg)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	22.490	13.622	17.265	31.575	28.522	22.695a
10 - 20	20.032	22.492	14.103	22.070	25.884	20.916a
20 - 30	12.758	18.526	14.310	16.384	16.426	15.681b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	18.427	18.213	15.226	23.343	23.611	19.764
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	22.601	34.914	19.263	31.972	45.017	30.753a
10 - 20	27.850	20.783	14.914	22.628	21.035	21.442b
20 - 30	23.475	15.278	10.740	10.833	9.606	13.986c
ค่าเฉลี่ย (Mean)	24.642	23.658	14.972	21.811	25.219	22.061
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	18.660	26.032	33.453	28.282	30.454	27.376a
10 - 20	15.896	18.599	26.696	26.820	11.897	19.982b
20 - 30	24.506	17.904	24.703	38.945	18.269	24.865a
ค่าเฉลี่ย (Mean)	19.687	20.845	28.284	31.349	20.207	24.074

จากการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ดังตารางที่ 26 พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นรังสี  $^{210}\text{Pb}$  ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg) มีความแตกต่างกันของ ปัจจัยพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และปัจจัยด้านความลึกของดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.1

ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษา สามารถรายงานได้ว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ พบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นรังสี  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด เท่ากับ 29.910 Bq/kg รองลงมา คือ พื้นที่ป่ายางพารา พบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นรังสี  $^{210}\text{Pb}$  เท่ากับ 24.784 Bq/kg และ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป พบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นรังสี  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด เท่ากับ 21.163 Bq/kg ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นรังสี  $^{210}\text{Pb}$  เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึกของดิน รายงานได้ว่า พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป และพื้นที่ป่ายางพารา พบปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ปริมาณสูงที่สุดที่ระดับผิวน้ำดิน และมีปริมาณที่ลดลงตามความลึกของดินที่มากขึ้น ในขณะที่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ พบปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร รองลงมา คือ ที่ระดับความลึก 20-30 และ 10-20 เซนติเมตร ตามลำดับ กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีการจัดการดินใด ๆ มีค่าเฉลี่ยปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  เท่ากับ 23.757, 21.066 และ 18.666 Bq/kg ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีค่าเฉลี่ยปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  เท่ากับ 31.329, 23.373 และ 19.651 Bq/kg ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ยปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  เท่ากับ 32.148, 26.732 และ 30.850 Bq/kg ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร ตามลำดับ

แม้ว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นรังสี  $^{210}\text{Pb}$  เมื่อเปรียบเทียบกับประเภทของความลาดชัน จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่สามารถรายงานได้ว่า พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป พบปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด ณ บริเวณ Toeslope พื้นที่ป่ายางพารา พบปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด ณ บริเวณ Summit ในขณะที่ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ พบปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  สูงที่สุด ณ บริเวณ Backslope โดยเรียงลำดับปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  จากสูงที่สุดไปต่ำที่สุด ตามความลาดชันแต่ละบริเวณได้ ประกอบด้วย พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป เรียงลำดับปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ได้ คือ Toeslope > Summit > Shoulder > Footslope > Backslope พื้นที่ป่ายางพารา เรียงลำดับปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ได้คือ Shoulder > Summit > Toeslope > Footslope > Backslope และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ เรียงลำดับปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ได้คือ Backslope > Shoulder > Summit > Footslope > Toeslope ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม ในพื้นที่ทดลอง เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ปริมาณตะกั่ว 210 ในดิน ( $^{210}\text{Pb}$ ) (Bq/kg)					ค่าเฉลี่ย (Mean)
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
0 - 10	27.370	20.725	24.650	23.377	22.662	23.757a
10 - 20	25.551	26.679	19.706	16.199	17.193	21.066a
20 - 30	23.059	11.959	13.816	21.511	22.983	18.666b
ค่าเฉลี่ย (Mean)	25.327	19.788	19.391	20.362	20.946	21.163c
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)</b>						
0 - 10	30.794	20.726	19.735	44.218	41.171	31.329a
10 - 20	18.100	20.977	15.952	36.518	25.319	23.373b
20 - 30	16.854	11.857	10.855	28.059	30.630	19.651c
ค่าเฉลี่ย (Mean)	21.916	17.853	15.514	36.265	32.373	24.784b
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
0 - 10	31.810	31.396	30.800	34.474	32.258	32.148a
10 - 20	16.356	29.168	28.824	27.084	32.230	26.732a
20 - 30	18.390	21.957	57.469	35.719	20.714	30.850a
ค่าเฉลี่ย (Mean)	22.185	27.507	39.031	32.426	28.401	29.910a

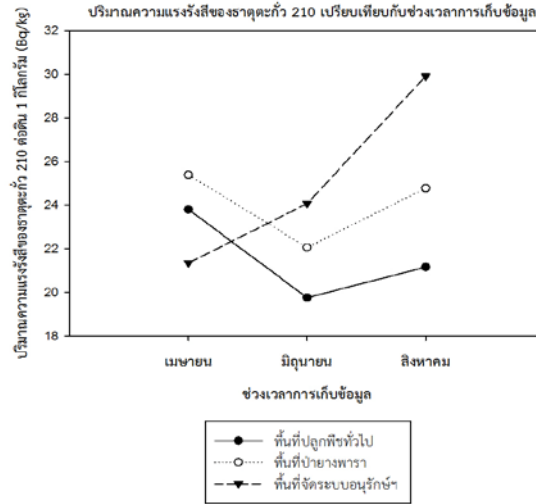
จากผลการศึกษาดังกล่าวถึงผลของปริมาณความเข้มข้นรังสีของธาตุตะกั่ว  $^{210}\text{Pb}$  ในพื้นที่แนวตั้งหรือแนวลึกตามชั้นหน้าตัดดิน (Vertical distribution) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินปนเปื้อนที่มีต่อการชะล้างพังทลายของดิน สามารถพิจารณาผลการทดลองได้ ดังนี้

กระบวนการเคลื่อนที่ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีตั้งแต่จุดกำเนิด เช่น การตกค้างของรังสีคอสมิกจากอวกาศ ผลจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ ฯลฯ ไปจนถึงการตกลงมาจากชั้นบรรยากาศสูงสู่พื้นผิวโลก (Radioactive fallout) ล้วนมีปัจจัยที่มีผลต่อความคงทนของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่นักวิจัยสามารถตรวจวัดได้แตกต่างกัน Cawse (1983), Cawse et al. (1988), Shotyk (1988), Hilton et al. (1993) และ Smith et al. (1995) รายงานว่า การเคลื่อนที่ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในแนวตั้ง ตั้งแต่ชั้นบรรยากาศโลกลงไปสู่ชั้นหน้าตัดดินที่ลึกลงไป (Radioactive flux) ล้วนมีปริมาณการสะสมของธาตุกัมมันตรังสีดังกล่าวที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ปริมาณน้ำฝน ช่วงระยะเวลา และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมทั้งระยะสั้นและยาวอื่น ๆ เป็นต้น

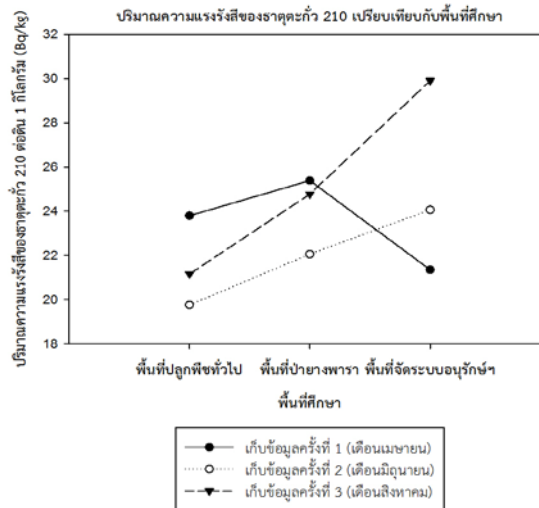
ภาพที่ 31 และ 32 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นรังสีของธาตุตะกั่ว  $^{210}\text{Pb}$  ต่อดินหนึ่งกิโลกรัม เปรียบเทียบกับช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลทั้งสามช่วงเวลาและพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีการวางแผนการจัดการดินที่เหมาะสมใด ๆ และพื้นที่ป่าชายพารา ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดินโดยการเขตรวม มาเป็นเวลาอย่างน้อย 5 ปี มีแนวโน้มของปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ที่ใกล้เคียงกัน แม้ว่า พื้นที่ป่าชายพาราจะมีปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  โดยเฉลี่ย มากกว่า พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป ในทุกช่วงเวลาการเก็บข้อมูลก็ตาม (ภาพที่ 31) กล่าวคือ ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) จะมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ในการ

เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) แต่หลังจากนั้น ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  จะเพิ่มขึ้น ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ในทางตรงกันข้าม พื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและวางแผนดำเนินการตามมาตรการจัดการดินที่เหมาะสม มีปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  โดยเฉลี่ย เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามช่วงเวลาการเก็บข้อมูล และมีความมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งหมด สิ่งที่สามารถอธิบายความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้ คือ ปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนและ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน กล่าวคือ ภาพที่ 31 แสดงแนวโน้มของปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) มีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บข้อมูลครั้งที่สอง (เดือนมิถุนายน) ซึ่งการที่ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ที่เพิ่มขึ้นนี้ อาจเกิดจาก  $^{210}\text{Pb}$  fallout ที่ตกลงมาจากชั้นบรรยากาศโดยมีน้ำฝนเป็นอัตราเร่ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Smith et al. (1997) ที่รายงานว่า ปริมาณหยาดน้ำฟ้ามีผลต่อปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ที่ตกลงสู่ผิวดิน

ในขณะที่การเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  และ ระดับความลึกของดิน พบว่า ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  มีค่าสูงที่สุด ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และจะลดลงเมื่อระดับความดินเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 33 และ ภาพที่ 34) โดยเฉพาะการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ในพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป และพื้นที่ป่าวงพรวน แต่อย่างไรก็ตาม ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) พบว่าพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ที่ใกล้เคียงกัน ระหว่างระดับความลึกที่ 0-10 เซนติเมตร และ 20-30 เซนติเมตร (ภาพที่ 33 ค) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ที่ชั้นดินล่างนี้ สามารถอธิบายได้จากงานวิจัยของ Smith et al. (1997) ที่อธิบายไว้ว่า แม้ว่านิวไคลด์ของธาตุกัมมันตรังสีจะมีคุณสมบัติที่เคลื่อนที่ได้ช้าในชั้นดิน (Radionuclide mobility) และต้องใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนที่ลงสู่ชั้นดินที่ลึกลงไป (Radionuclide penetration) แต่ก็ยังมีปัจจัยระยะสั้นที่สามารถเร่งอัตราการเคลื่อนที่ของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ที่ทำให้ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  เพิ่มขึ้นได้ในชั้นดินล่าง คือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ความพรุนของดิน ความหนาแน่นรวมของดิน และ ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น นอกจากนี้ Smith et al. (1997) การไหลพรุนของดิน หรือการทำให้นดินมีความพรุนมากขึ้น ล้วนส่งผลให้ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  มีโอกาสในการเคลื่อนที่ลงสู่ชั้นดินเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินน้ำ มีปริมาณ OM ที่สูงที่สุด และมีมาตรการป้องกันการสูญเสียดิน และธาตุอาหารพืชจากการพัดพาโดยน้ำ ไม่ให้เคลื่อนที่ออกจากดินในแนวราบ จึงส่งผลให้ปริมาณธาตุอาหารพืช เช่น OM, P, K, Ca และ Mg เป็นต้น มีปริมาณเพิ่มขึ้นในชั้นดินล่าง เมื่อมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น ในช่วงการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า การศึกษาการเคลื่อนที่ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  สามารถทำนายถึงการเคลื่อนที่ของปริมาณธาตุอาหารในชั้นหน้าตัดดินได้

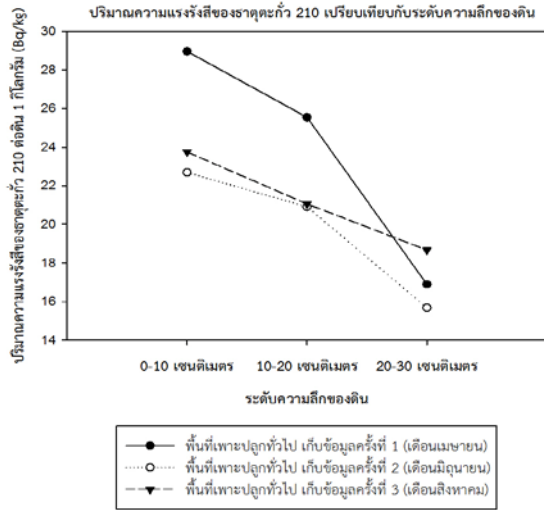


ภาพที่ 31 ค่าเฉลี่ยปริมาณความแรงของรังสี  $^{210}\text{Pb}$  เปรียบเทียบกับช่วงเวลาการเก็บข้อมูล

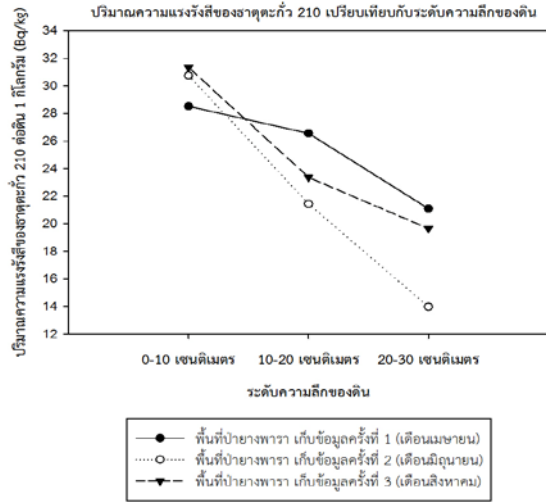


ภาพที่ 32 ค่าเฉลี่ยปริมาณความแรงของรังสี  $^{210}\text{Pb}$  เปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษา

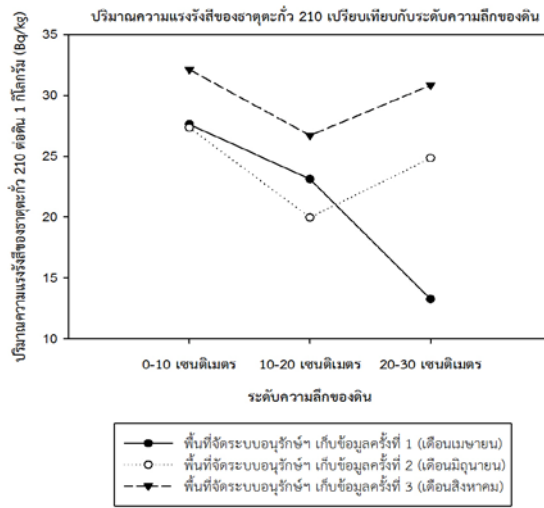




(ก)

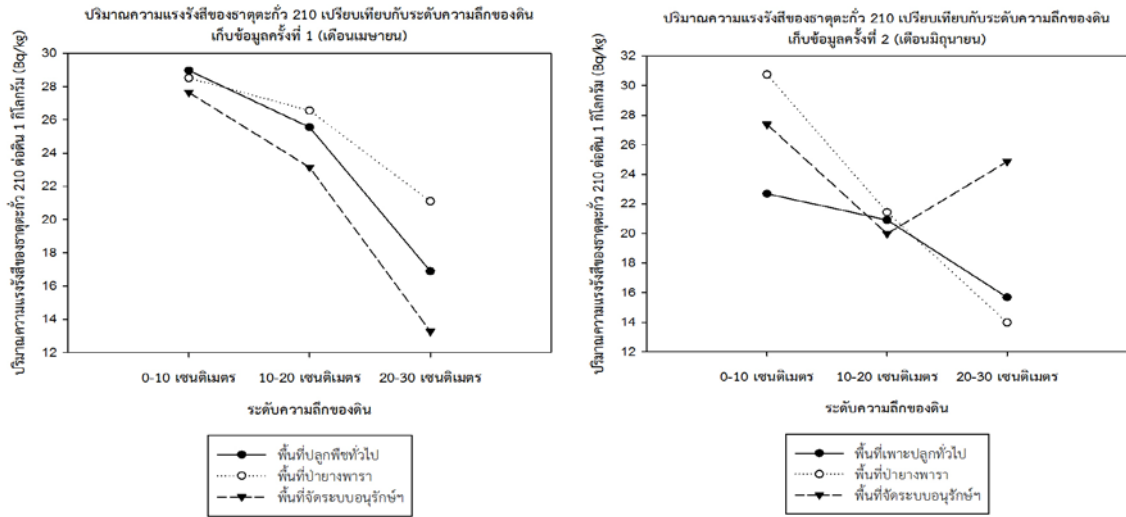


(ข)



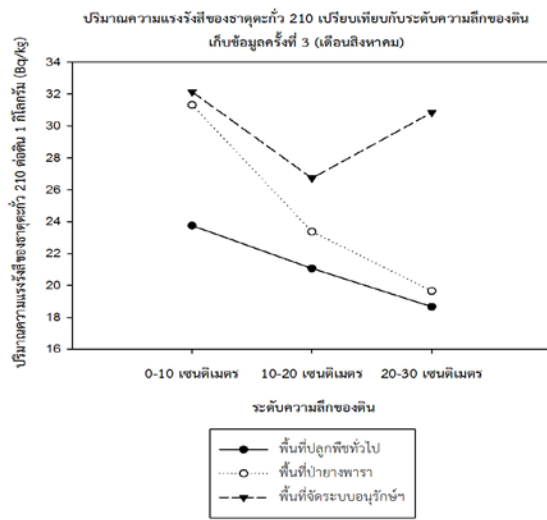
(ค)

ภาพที่ 33 ค่าเฉลี่ยปริมาณความแรงของรังสี  $^{210}\text{Pb}$  ตามระดับความลึกของดิน



(ก)

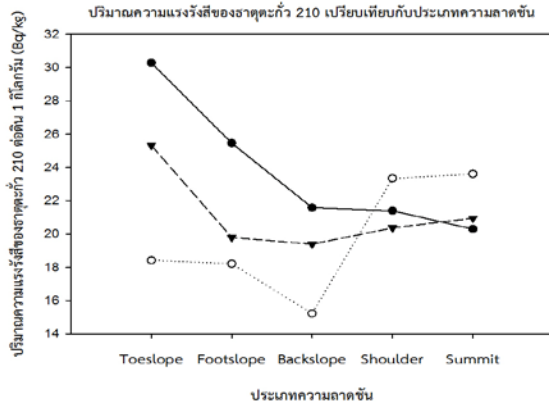
(ข)



(ค)

ภาพที่ 34 ค่าเฉลี่ยปริมาณความแรงของรังสี <sup>210</sup>Pb ตามระดับความลึกของดิน และช่วงเวลาการเก็บข้อมูล

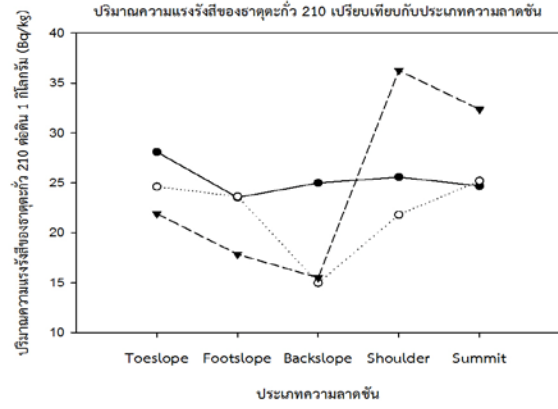
จากผลการศึกษาโดยการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  และประเภทของความลาดชัน (ภาพที่ 35 และภาพที่ 36) พบว่าปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ในแต่ละบริเวณของพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง มีความแตกต่างกันไปตามช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล และมีความสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของธาตุอาหารพืชและปริมาณน้ำฝนในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการศึกษา กล่าวคือ ในช่วงฤดูแล้ง (เดือนเมษายน) ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ที่พบสูงที่สุดจะอยู่ ณ บริเวณที่ต่ำที่สุดของพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง ในขณะที่เมื่อปริมาณฝนมีเพิ่มขึ้นในเดือนมิถุนายน และเดือนสิงหาคม ส่งผลให้ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  เพิ่มขึ้นและเกิดการสะสม ณ บริเวณที่สูงขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะพื้นที่ป่ายางพารา และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ดังภาพที่ 35 ข และ ค ด้วยเหตุนี้ จึงกล่าวได้ว่า การมีสิ่งปกคลุมหน้าดินหรือการมีมาตรการที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของน้ำหน้าดิน มีผลต่อปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ที่ตรวจพบได้ และสืบเนื่องจากคุณสมบัติของ  $^{210}\text{Pb}$  ที่ดูดซับหรือยึดเกาะกับอนุภาคดินได้สูงมาก (Smith et al., 1997) จึงสามารถคาดการณ์ได้ว่า การเคลื่อนที่ของหน้าดินมีการถูกชะล้างหรือสะสม ณ บริเวณใดของพื้นที่ได้ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  อาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ในหลายปัจจัย ได้แก่ การถูกชะล้างจากสถานที่หนึ่ง และมาสะสมในอีกสถานที่หนึ่ง รวมทั้งการ  $^{210}\text{Pb}$  fallout จากชั้นบรรยากาศและชั้นหินพื้น ด้วยเหตุนี้ จึงต้องมีการใช้โมเดลมาคำนวณการชะล้างพังทลายของดินเพิ่มเติม โดยเฉพาะการเคลื่อนที่ของ  $^{210}\text{Pb}$  หรือมวลดินในแนวราบ



ประเภทความลาดชัน

- พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)
- พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)
- ▲---▲ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

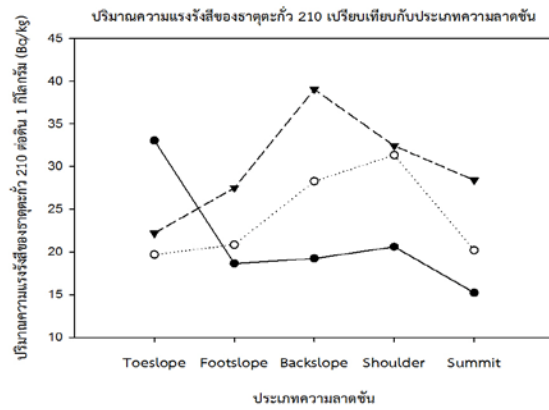
(ก)



ประเภทความลาดชัน

- พื้นที่ป่ายางพารา เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)
- พื้นที่ป่ายางพารา เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)
- ▲---▲ พื้นที่ป่ายางพารา เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

(ข)

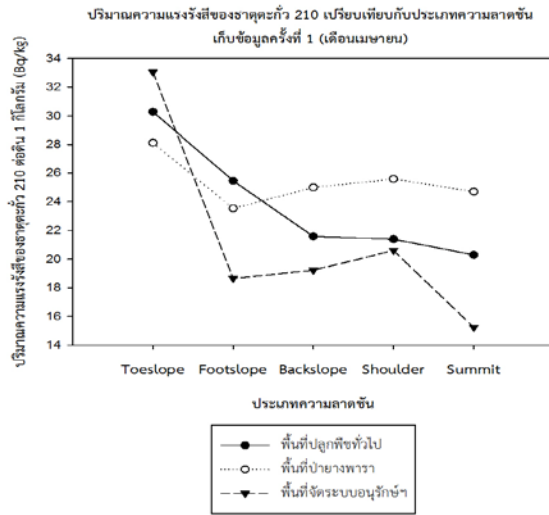


ประเภทความลาดชัน

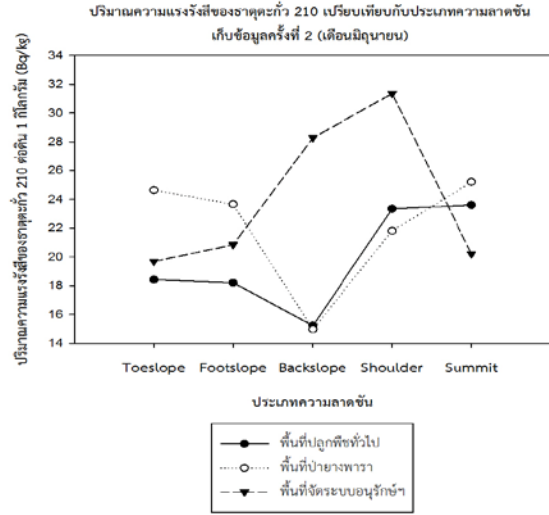
- พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)
- พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)
- ▲---▲ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

(ค)

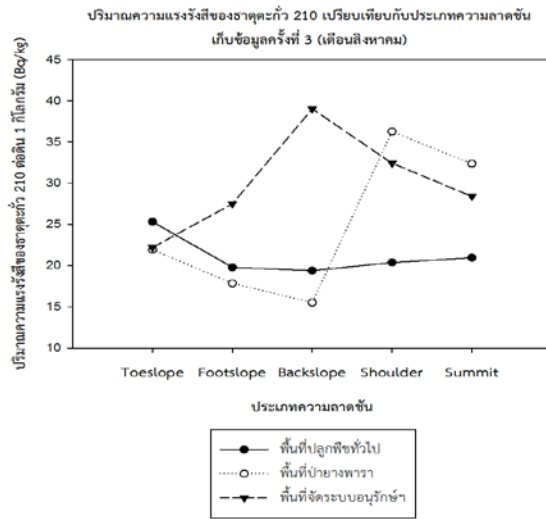
ภาพที่ 35 ค่าเฉลี่ยปริมาณความแรงของรังสี  $^{210}\text{Pb}$  ตามประเภทความลาดชัน



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 36 ค่าเฉลี่ยปริมาณความแรงของรังสี  $^{210}\text{Pb}$  ตามประเภทความลาดชัน และช่วงเวลาการเก็บข้อมูล

## 2.2 Horizontal distribution and Radionuclides inventories of $^{210}\text{Pb}$ in the study area

การประเมินการชะล้างพังทลายของดินโดยศึกษาจากปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  (Bq/kg) สามารถคำนวณได้ด้วยการใช้ Mass Balance II Model (Walling and He, 1999) ดังสมการต่อไปนี้

$$d(A)/dt = \{1 - [P\gamma (1 - e^{-R/H})]\} [\lambda(A_{ref})] - [\lambda + (PR/d)]A(t)$$

โดยที่การแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ ประกอบด้วย

$A(t)$  คือ  $^{210}\text{Pb}$  Inventory หรือปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างดิน โดยการแปลงหน่วยจากปริมาณความเข้มข้น  $^{210}\text{Pb}$  ต่อดิน 1 กิโลกรัม ซึ่งมีหน่วยเป็น Bq/kg ให้เป็นปริมาณความเข้มข้น  $^{210}\text{Pb}$  ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ซึ่งมีหน่วยเป็น Bq/m<sup>2</sup> โดยการคำนวณโดยใช้ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (1.35 kg/m<sup>3</sup>) คูณกับขนาดพื้นที่ 1x1 เมตร ร่วมกับความลึกของดิน 0.10 เมตร

$P$  หรือ Particle size correction factor คือ อัตราส่วนของปริมาณความเข้มข้น  $^{210}\text{Pb}$  ที่เกาะยึดกับตะกอนดินที่เคลื่อนที่มาจากแหล่งอื่น และ ปริมาณความเข้มข้น  $^{210}\text{Pb}$  ที่เกาะยึดกับอนุภาคดินดั้งเดิมในพื้นที่ โดยตั้งสมมติฐานว่า ขนาดอนุภาคของตะกอนที่เคลื่อนที่มาจากทางไหลบ่าของน้ำที่ผิวหน้าดินจะมีขนาดเล็กกว่าขนาดอนุภาคของดินดั้งเดิมในพื้นที่ ดังนั้น ค่า  $P$  จึงต้องมากกว่าหนึ่งเสมอ สูตรการหาค่า  $P$  คือ  $P = (S_{ms}/S_{os})^v$  โดยที่  $S_{ms}$  คือพื้นที่ผิวอนุภาคของตะกอนที่เคลื่อนที่ มีหน่วยเป็น m<sup>2</sup>/g และ  $S_{os}$  คือพื้นที่ผิวอนุภาคของดินดั้งเดิม มีหน่วยเป็น m<sup>2</sup>/g โดยที่  $v$  คือค่าคงที่ เท่ากับ 0.65 (พื้นที่ที่มีการเขตรกรรม) และ 0.75 (พื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน) ซึ่งโครงการวิจัยนี้ จะใช้ค่า  $P$  ตามงานวิจัยของ Benmansour et al. (2013) คือมีค่าเท่ากับ 1 ( $P = P' = 1$ )

$\gamma$  คือ อัตราส่วนของปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  fallout ที่ตกลงสู่ดินตามวัฏจักร และปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  บริเวณผิวหน้าดินที่ถูกชะล้างหายไปก่อนจะถูกไถพรวนให้ตกเคล็ดสองสู่ชั้นดินด้านล่าง โดยค่า  $\gamma$  จะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของการเพาะปลูกพืชและปริมาณน้ำฝนในพื้นที่นั้น ๆ เมื่อสมมติว่า ปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ที่ตกลงมาจากชั้นบรรยากาศลงสู่พื้นดินล้วนอาศัยน้ำฝนเป็นตัวกลาง ดังนั้นการหาค่า  $\gamma$  จึงสามารถคำนวณได้จาก อัตราส่วนของปริมาณน้ำฝนภายในช่วงระยะเวลาเพาะปลูกกับปริมาณน้ำฝนทั้งหมดในปีที่ศึกษา ( $\gamma = \text{total amount of rain on the timing of cultivation} / \text{total annual rainfall}$ ) โดยในโครงการวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนเมษายนจนถึงเดือนสิงหาคม มีการไถพรวนรวมถึงการเพาะปลูกพืชในช่วงนี้ โดยมีปริมาณน้ำฝนภายในช่วงระยะเวลาเพาะปลูก เท่ากับ 730.2 มิลลิเมตร และมีปริมาณน้ำฝนทั้งหมดในปีที่ศึกษา เท่ากับ 1,477.4 มิลลิเมตร ดังนั้นค่า  $\gamma$  จึงคำนวณได้โดย  $\gamma = 730.2 / 1,477.4$  เท่ากับ 0.49

$R$  คือ อัตราการชะล้างพังทลายของดิน มีหน่วยเป็น kg/m<sup>2</sup>/yr ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่ โดยจะแปรผันกับลักษณะของดินและสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกัน สำหรับในประเทศไทยสามารถตัวแปรคงที่เพื่อคำนวณได้จากสูตร  $R = [0.4669 \times \text{ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร)}] - 12.1415$  โดยเมื่อแทนค่าปริมาณน้ำฝนทั้งหมดในปีที่ศึกษา เท่ากับ 1,477.4 มิลลิเมตร จะได้ผลลัพธ์ เท่ากับ 677.65 t/ha/yr หรือ 67.77 kg/m<sup>2</sup>/yr

$H$  คือ มวลดินในระดับที่ลึกที่สุดที่เกิดการแพร่กระจายของ  $^{210}\text{Pb}$  ในชั้นหน้าตัดดิน มีหน่วยเป็น kg/m<sup>2</sup> ซึ่งการจะได้ค่า  $H$  นี้ จำเป็นต้องทำการศึกษาในพื้นที่นั้น ๆ โดยเฉพาะ เพื่อให้ทราบว่าเป็นพื้นที่ 1 ตารางเมตร นั้น มีปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  อยู่ที่กิโลกรัม ในกรณีของ  $^{210}\text{Pb}$  ที่ยังมีการตกลงมาจากชั้นบรรยากาศอยู่อย่างต่อเนื่อง การหาค่า  $H$  สามารถศึกษาได้โดยการศึกษาอัตราปริมาณน้ำฝนในพื้นที่นั้น ๆ ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดินแต่อย่างใดก็ตาม จากสมมติฐานเรื่องคุณสมบัติของ  $^{210}\text{Pb}$  และการขาดข้อมูลอื่นมาประกอบการประเมิน จึงมีมักสมมติให้  $H$  มีค่าเท่ากับ 4.0 kg/m<sup>2</sup> (อ้างอิงจาก IAEA, 2004) โดยที่ประเทศไทยจำเป็นต้องศึกษาวิจัยด้าน relaxation mass depth ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในดินต่อไป

$\lambda$  คือ ค่าคงที่ของการสลายตัวของ  $^{210}\text{Pb}$  มีหน่วยเป็น ปี โดยมีค่าเท่ากับ 0.03114 ปี

$A_{ref}$  คือ ปริมาณ  $^{210}\text{Pbex}$  ในดินที่อยู่ในพื้นที่ที่ใช้อ้างอิง ( $^{210}\text{Pbex Inventory of reference}$ ) มีหน่วยเป็น  $\text{Bq/m}^2$  ซึ่งเป็นการอ้างอิงปริมาณ  $^{210}\text{Pbex}$  ที่ตกลงสู่ผิวหน้าดิน โดยคาดการณ์ว่าปริมาณ  $^{210}\text{Pbex}$  จะต้องตกลงสู่ผิวหน้าดิน และมีการเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติ และไม่มีปัจจัยใด ๆ ที่รบกวนหน้าดินดังกล่าว โดยเฉพาะกิจกรรมของมนุษย์ โดยส่วนใหญ่แล้ว จะทำการเก็บข้อมูลปริมาณ  $^{210}\text{Pbex}$  ที่ใช้สำหรับอ้างอิง ในบริเวณจุดสูงสุดของพื้นที่ศึกษา เช่น ยอดเขา และเก็บข้อมูลไล่ระดับตามความลาดชันลงมา รวมถึงจะต้องเป็นพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดินใด ๆ ทั้งสิ้น เช่น พื้นที่ป่าที่ใกล้กับพื้นที่ศึกษา เป็นต้น โดยในโครงการวิจัยนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลอ้างอิงดังกล่าว ณ บริเวณพื้นที่ป่าติดกับพื้นที่เพาะปลูกยางพารา ในพื้นที่ศึกษาที่ 2 โดยเก็บข้อมูลเหมือนกันพื้นที่ศึกษาทั่วไป คือ เก็บข้อมูลที่ระดับความลึก เท่ากับ 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร โดยเก็บในพื้นที่ลาดชันทั้งห้าบริเวณ ซึ่งสามารถหาค่าเฉลี่ยของปริมาณ  $^{210}\text{Pbex}$  ที่ใช้สำหรับอ้างอิงได้ เท่ากับ  $24.079 \text{ Bq/kg}$  หรือ  $3.251 \text{ Bq/m}^2$

d คือ มวลดินตามระดับความลึกของชั้นไทรพรวน มีหน่วยเป็น  $\text{kg/m}^2$  ซึ่งจะคล้ายกับค่า H แต่จะแตกต่างกันที่ ค่า d จะหาปริมาณ  $^{210}\text{Pbex}$  แคร่ระดับความลึกที่มีการไทรพรวนหน้าดินเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ จากข้อมูลงานวิจัยของ Walling and He (1999) ทำให้สรุปได้ว่า มวลดินที่มีระดับความลึกของชั้นไทรพรวน 15 เซนติเมตร จะมีค่าเท่ากับ  $195 \text{ kg/m}^2$

ด้วยเหตุนี้ จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น สามารถแทนค่าตามตัวแปรต่าง ๆ ในสมการได้ ดังนี้

$$d(A)/dt = \{1 - [P\gamma (1 - e^{-R/H})]\} [\lambda(A_{ref})] - [\lambda + (PR/d)]A(t)$$

$$d(A)/dt = \{1 - [1 \times 0.49 (1 - e^{-67.77/4})]\} [0.03114 \times 3.251] - [0.03114 + (1 \times 67.77/195)]A(t)$$

$$d(A)/dt = (0.489 \times 0.101) - (0.379)A(t)$$

$$d(A)/dt = (-0.327)A(t)$$

เพราะฉะนั้นการคำนวณหาอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate, SRD) จึงสามารถหาได้โดยการนำค่า  $-0.327$  คูณกับ  $^{210}\text{Pb inventories}$  ของพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง มีหน่วยเป็น ตัน ต่อ เฮคตาร์ ต่อ ปี ( $\text{t/ha/yr}$ )

หลังจากนำค่า  $^{210}\text{Pbex}$  ที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ซึ่งมีหน่วยเป็น Bq/kg. ก็จะต้องนำมาคำนวณให้อยู่ในรูปปริมาณเชิงพื้นที่ ซึ่งก็คือ  $^{210}\text{Pbex Inventory of local condition}$  ซึ่งหมายถึง ปริมาณ  $^{210}\text{Pbex}$  คอพื้นที่ 1 ตารางเมตร ในพื้นที่ศึกษา มีหน่วยเป็น Bq/m<sup>2</sup> จากนั้นให้นำมาแทนค่าในสมการ Mass Balance II Model ก็จะได้อัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate, SRD) ซึ่งมีหน่วยเป็น t/ha/yr

อย่างไรก็ตามการเคลื่อนย้ายของดิน (SRD) แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือการสูญเสียตะกอนดินออกไปจากพื้นที่ใด ๆ หรือการชะล้างพังทลายของดิน (Soil erosion) และการเคลื่อนย้ายของตะกอนดินมาทับถมกันในพื้นที่ใด ๆ (Soil deposition) ซึ่งการคาดการณ์ว่าบริเวณใดที่มีการสูญเสียตะกอนดินหรือการทับถมตะกอนดิน จะทำการคำนวณจากค่า  $^{210}\text{Pbex Inventory}$  ในพื้นที่ศึกษา เปรียบเทียบกับ  $^{210}\text{Pbex Inventory}$  ในพื้นที่อ้างอิง ( $^{210}\text{Pbs Inventory of reference}$ ) โดยสมมติให้ พื้นที่อ้างอิงนี้ คือพื้นที่ที่มีการตกหล่นของนิวไคลด์กัมมันตรังสีของ  $^{210}\text{Pb}$  โดยอิสระ ปราศจากสิ่งรบกวนใด ๆ โดยเฉพาะกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้น ถ้าค่า  $^{210}\text{Pbex Inventory of local condition}$  มีค่าน้อยกว่า  $^{210}\text{Pbex Inventory of reference}$  สามารถตีความได้ว่า บริเวณที่ศึกษาเกิดการสูญเสียตะกอนดิน เช่น อาจเกิดจากการเซตกรรม หรือกิจกรรมอื่น ๆ ของมนุษย์เป็นตัวเร่ง แต่ถ้า  $^{210}\text{Pbex Inventory of local condition}$  มีค่ามากกว่า  $^{210}\text{Pbex Inventory of reference}$  ตีความว่า บริเวณที่ศึกษาเกิดการเคลื่อนย้ายทับถมของตะกอนดิน เพราะพบปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  มากกว่า พื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนใด ๆ ด้วยเหตุนี้เพื่อให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนย้ายของดินมากขึ้น จึงขอแทนค่าเครื่องหมายลบ สำหรับการสูญเสียตะกอนดิน และเครื่องหมายบวก สำหรับการทับถมของตะกอนดิน โดยที่การเคลื่อนย้ายของดินทั้งสองรูปแบบนี้ ส่งผลทั้งแง่บวกและแง่ลบต่อพื้นที่ทั้งสิ้น โดยจะขออธิบายผลการศึกษาในปัจจุบันด้านการเคลื่อนย้ายของดิน ดังนี้

ผลการศึกษาของอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (SRD) เมื่อเปรียบเทียบตามพื้นที่ศึกษาในแต่ละช่วงเวลาสามารถอธิบายได้ ดังนี้

พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีค่าเฉลี่ย SRD ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) แสดงในตารางที่ 27 กล่าวคือ อัตราส่วนระหว่างการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอนดินมีความแตกต่างกันในแต่ละระดับความลาดชัน โดยพื้นที่ที่อยู่สูงกว่า จะมีอัตราการชะล้างพังทลายที่มากกว่า (Summit มีค่า SRD เท่ากับ -8.961 t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ -2.494 t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ -0.230 t/ha/yr) ในขณะที่พื้นที่ที่อยู่ต่ำกว่า จะมีอัตราการทับถมของตะกอนดินที่มากกว่า (Footslope มีค่า SRD เท่ากับ 6.616 t/ha/yr; toeslope มีค่า SRD เท่ากับ 7.577 t/ha/yr) โดยมีค่าเฉลี่ย SRD โดยรวมของพื้นที่ เท่ากับ 0.502 t/ha/yr เมื่อเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) พบว่า ค่า SRD มีแนวโน้มไปทางการชะล้างพังทลายของดินมากขึ้น (ตารางที่ 30) โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ตั้งแต่บริเวณต่ำสุด คือ Toeslope ขึ้นไปจนถึงบริเวณ Shoulder พบการชะล้างพังทลายของดินทั้งหมด ยกเว้นบริเวณ Summit ที่มีการทับถมของตะกอนดิน ในขณะที่อัตราของการชะล้างพังทลายของดินมีค่าสูงที่สุด ณ บริเวณพื้นที่ที่ต่ำที่สุด และค่อย ๆ ลดลง เมื่อพื้นที่อยู่ในระดับที่สูงขึ้น (toeslope มีค่า SRD เท่ากับ -8.136 t/ha/yr; Footslope มีค่า SRD เท่ากับ -8.042 t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ -6.723 t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ -1.012 t/ha/yr; และ Summit มีค่า SRD เท่ากับ 5.590 t/ha/yr) โดยมีค่าเฉลี่ย SRD โดยรวมของพื้นที่ เท่ากับ -3.665 t/ha/yr ในขณะที่ผลการศึกษาของพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ดังที่แสดงในตารางที่ 33 พบว่า ค่า SRD มีแนวโน้มไปทางการชะล้างพังทลายของดินมากขึ้นโดยพื้นที่ส่วนใหญ่ตั้งแต่บริเวณที่สูงที่สุดของพื้นที่ศึกษา (Summit) ไปจนถึงบริเวณ Footslope เป็นการชะล้างพังทลายของดินทั้งหมด ยกเว้นบริเวณ Toeslope ที่พบอัตราการทับถมของตะกอนดินที่สูงกว่า ในขณะที่อัตราของการชะล้างพังทลายของดินมีค่าสูงที่สุด ณ บริเวณพื้นที่ที่สูงที่สุด และค่อย ๆ ลดลง เมื่อพื้นที่อยู่ในระดับที่ต่ำลงมา (toeslope มีค่า SRD เท่ากับ 4.395 t/ha/yr; Footslope มีค่า SRD เท่ากับ -0.884 t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ -1.306 t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ -2.110 t/ha/yr; และ Summit มีค่า SRD เท่ากับ -9.248 t/ha/yr) โดยมีค่าเฉลี่ย SRD โดยรวมของพื้นที่ เท่ากับ -1.830 t/ha/yr



พื้นที่ที่ไม่รบกวนหน้าดินในโครงการวิจัยนี้ เป็นพื้นที่ปลูกปาล์มสมกับยางพารา โดยในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ดังที่แสดงในตารางที่ 28 พบว่า ประเภทความลาดชันทั้งห้าบริเวณมีอัตราส่วนของการชะล้างพังทลายของดินมากกว่าการทับถมของตะกอนดินในทุกบริเวณ แต่อย่างไรก็ตาม ในจุดที่มีการทับถมของตะกอนดินกลับมามีค่าเฉลี่ยของ SRD จนทำให้พบอัตราการเคลื่อนย้ายดินสุทธิ มีค่าเป็นบวก หรือมีอัตราการทับถมของตะกอนดินในพื้นที่บริเวณ Toeslope และ Backslope ซึ่งอยู่ในตำแหน่งล่างและตำแหน่งกึ่งกลางของพื้นที่ศึกษาตามลำดับ โดยมีค่า SRD สุทธิ เรียงตามประเภทของความลาดชัน ดังนี้ toeslope มีค่า SRD เท่ากับ 6.497 t/ha/yr; Footslope มีค่า SRD เท่ากับ -0.849 t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ 5.655 t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ -1.353 t/ha/yr; และ Summit มีค่า SRD เท่ากับ -0.754 t/ha/yr โดยมีค่าเฉลี่ยของ SRD สุทธิในภาพรวมของพื้นที่ป่ายางพารา เท่ากับ 1.839 t/ha/yr ซึ่งหมายถึงมีการเคลื่อนย้ายของดินจากที่อื่น มาทับถมยังบริเวณที่ศึกษาวิจัย ต่อมาในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ดังที่แสดงในตารางที่ 31 พบว่า ประเภทความลาดชันทั้งห้าบริเวณมีอัตราส่วนของการชะล้างพังทลายของดินมากกว่าการทับถมของตะกอนดินในทุกบริเวณ โดยเฉพาะพื้นที่ทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษาที่มีการชะล้างพังทลายของดินมากที่สุด กล่าวคือ บริเวณ Backslope มีอัตราส่วนของจุดเก็บตัวอย่างดินที่เกิดการชะล้างพังทลายของดินกับจุดเก็บตัวอย่างดินที่เกิดการทับถมของตะกอนดิน เท่ากัน 8:1 ในขณะที่บริเวณ Toeslope พบว่ามีค่า SRD ที่เป็นการทับถมของตะกอนดินสูงที่สุด เท่ากับ 4.227 t/ha/yr ดังนั้น ค่า SRD สุทธิ เมื่อเรียงตามประเภทของความลาดชัน จะประกอบด้วย toeslope มีค่า SRD เท่ากับ 4.227 t/ha/yr; Footslope มีค่า SRD เท่ากับ -0.169 t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ -6.611 t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ -0.219 t/ha/yr; และ Summit มีค่า SRD เท่ากับ 2.116 t/ha/yr โดยมีค่าเฉลี่ยของ SRD สุทธิในภาพรวมของพื้นที่ เท่ากับ -0.131 t/ha/yr ในขณะที่ผลการศึกษาที่ได้จากการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) สามารถรายงานได้ว่า พื้นที่ป่ายางพารา มีค่า SRD เป็นการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่แถบตอนล่างของพื้นที่ศึกษา ตั้งแต่ บริเวณ Backslope ไปจนถึงบริเวณ Toeslope ในขณะที่บริเวณ Shoulder และ Summit พบอัตราการทับถมของตะกอนดิน (ตารางที่ 34) โดยค่า SRD ที่เรียงตามประเภทความลาดชัน จะประกอบด้วย toeslope มีค่า SRD เท่ากับ -0.612 t/ha/yr; Footslope มีค่า SRD เท่ากับ -7.883 t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ -6.850 t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ 16.012 t/ha/yr; และ Summit มีค่า SRD เท่ากับ 14.294 t/ha/yr โดยมีค่าเฉลี่ย SRD โดยรวมของพื้นที่ เท่ากับ 2.992 t/ha/yr

พื้นที่เพาะปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมาใช้ในพื้นที่ หรือพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ โดยกรมพัฒนาที่ดิน สามารถรายงานผลการศึกษาได้ ดังนี้ ค่าเฉลี่ย SRD ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ดังตารางที่ 29 พบว่า อัตราการเคลื่อนย้ายดินสุทธิ มีค่าที่ใกล้เคียงกันในบริเวณความลาดชันโดยส่วนใหญ่ ยกเว้นพื้นที่บริเวณ Toeslope ที่มีอัตราการทับถมของตะกอนดินสูงที่สุด ซึ่งค่า SRD สุทธิ เรียงตามประเภทความลาดชัน จะประกอบด้วย toeslope มีค่า SRD เท่ากับ 8.650 t/ha/yr; Footslope มีค่า SRD เท่ากับ 0.184 t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ -0.212 t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ -1.872 t/ha/yr; และ Summit มีค่า SRD เท่ากับ 1.068 t/ha/yr โดยมีค่าเฉลี่ย SRD โดยรวมของพื้นที่ เท่ากับ 1.563 t/ha/yr ต่อมาในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) พบว่า ความลาดชันบริเวณ Backslope และ Shoulder มีอัตราส่วนของจุดเก็บตัวอย่างดินที่เกิดการชะล้างพังทลายของดินกับจุดเก็บตัวอย่างดินที่เกิดการทับถมของตะกอนดิน เท่ากัน 3:6 และ 2:7 ตามลำดับ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการทับถมของตะกอนดินในพื้นที่ศึกษาเพียงสองบริเวณ โดยบริเวณอื่น ๆ จะเป็นพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายทั้งสิ้น (บริเวณ Toeslope และ Footslope) ในขณะที่บริเวณ Summit เป็นบริเวณที่มีการเคลื่อนย้ายของดินที่น้อยที่สุด และมีค่าใกล้เคียงมากที่สุด ในโครงการวิจัยนี้ ซึ่งค่า SRD สุทธิ เรียงตามประเภทความลาดชัน จะประกอบด้วย toeslope มีค่า SRD เท่ากับ -0.432 t/ha/yr; Footslope มีค่า SRD เท่ากับ 5.682 t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ 17.233 t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ 14.317 t/ha/yr; และ Summit มีค่า SRD เท่ากับ 6.442 t/ha/yr โดยมีค่าเฉลี่ย SRD โดยรวมของพื้นที่ เท่ากับ 8.648 t/ha/yr

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate, SRD) ในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ประเภทความลาดชัน	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
จำนวนตัวอย่าง						
No of samples	9	9	9	9	9	9
อัตราการชะล้างพังทลายของดินสูงสุด (t/ha/yr)						
Soil erosion rates	-9.810	-9.671	-7.235	-9.935	-9.391	-9.208
อัตราการทับถมของตะกอนดินสูงสุด (t/ha/yr)						
Soil deposition rates	17.671	20.501	16.482	13.287	17.187	17.026
จำนวนจุดที่มีการชะล้างพังทลายของดิน						
Erosion point	3	4	5	5	7	4.8
จำนวนจุดที่มีการทับถมของตะกอนดิน						
Deposit point	6	5	4	4	2	4.2
ค่าเฉลี่ยอัตราการชะล้างพังทลายของดิน (t/ha/yr)						
Mean erosion	-8.688	-7.619	-6.276	-7.702	-7.575	-7.572
ค่าเฉลี่ยอัตราการทับถมของตะกอนดิน (t/ha/yr)						
Mean deposit	15.710	14.144	13.596	11.624	15.148	14.044
อัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ (t/ha/yr)						
Net soil loss	7.577	6.616	-0.230	-2.494	-8.961	0.502

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate, SRD) ในพื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ประเภทความลาดชัน	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
จำนวนตัวอย่าง No of samples	9	9	9	9	9	9
อัตราการชะล้างพังทลายของดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil erosion rates	-9.964	-9.756	-9.612	-9.370	-10.100	-9.760
อัตราการทับถมของตะกอนดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil deposition rates	31.618	18.061	16.444	23.660	15.783	21.113
จำนวนจุดที่มีการชะล้างพังทลายของดิน Erosion point	5	6	5	5	5	5.2
จำนวนจุดที่มีการทับถมของตะกอนดิน Deposit point	4	3	4	4	3	3.8
ค่าเฉลี่ยอัตราการชะล้างพังทลายของดิน (t/ha/yr) Mean erosion	-8.565	-8.177	-8.600	-7.662	-8.218	-8.244
ค่าเฉลี่ยอัตราการทับถมของตะกอนดิน (t/ha/yr) Mean deposit	17.221	14.834	14.086	15.850	14.278	15.254
อัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ (t/ha/yr) Net soil loss	6.497	-0.849	5.655	-1.353	-0.754	1.839

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ยอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate, SRD) ในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ประเภทความลาดชัน	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
จำนวนตัวอย่าง No of samples	9	9	9	9	9	9
อัตราการชะล้างพังทลายของดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil erosion rates	-9.438	-5.796	-8.510	-6.842	-5.843	-7.286
อัตราการทับถมของตะกอนดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil deposition rates	35.152	14.659	16.018	15.192	12.595	18.723
จำนวนจุดที่มีการชะล้างพังทลายของดิน Erosion point	4	5	6	4	6	5
จำนวนจุดที่มีการทับถมของตะกอนดิน Deposit point	5	4	3	5	3	4
ค่าเฉลี่ยอัตราการชะล้างพังทลายของดิน (t/ha/yr) Mean erosion	-6.089	-5.128	-5.722	-5.391	-4.244	-5.315
ค่าเฉลี่ยอัตราการทับถมของตะกอนดิน (t/ha/yr) Mean deposit	21.395	12.117	14.018	12.062	11.692	14.257
อัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ (t/ha/yr) Net soil loss	8.650	0.184	-0.212	-1.872	1.068	1.563

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ยอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate, SRD) ในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ประเภทความลาดชัน	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
จำนวนตัวอย่าง No of samples	9	9	9	9	9	9
อัตราการชะล้างพังทลายของดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil erosion rates	-9.715	-9.343	-9.150	-7.971	-8.333	-8.903
อัตราการทับถมของตะกอนดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil deposition rates	11.463	14.583	14.070	15.847	15.784	14.349
จำนวนจุดที่มีการชะล้างพังทลายของดิน Erosion point	8	8	8	5	5	6.8
จำนวนจุดที่มีการทับถมของตะกอนดิน Deposit point	1	1	1	4	4	2.2
ค่าเฉลี่ยอัตราการชะล้างพังทลายของดิน (t/ha/yr) Mean erosion	-7.720	-7.224	-5.804	-7.369	-7.281	-7.080
ค่าเฉลี่ยอัตราการทับถมของตะกอนดิน (t/ha/yr) Mean deposit	11.463	14.583	14.070	13.979	14.272	13.673
อัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ (t/ha/yr) Net soil loss	-8.136	-8.042	-6.723	-1.012	5.590	-3.665

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ยอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate, SRD) ในพื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ประเภทความลาดชัน	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
จำนวนตัวอย่าง No of samples	9	9	9	9	9	9
อัตราการชะล้างพังทลายของดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil erosion rates	-8.751	-9.229	-10.058	-8.896	-7.016	-8.790
อัตราการทับถมของตะกอนดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil deposition rates	18.288	20.872	10.484	21.471	27.958	19.815
จำนวนจุดที่มีการชะล้างพังทลายของดิน Erosion point	5	5	8	6	5	5.8
จำนวนจุดที่มีการทับถมของตะกอนดิน Deposit point	4	4	1	3	4	3.2
ค่าเฉลี่ยอัตราการชะล้างพังทลายของดิน (t/ha/yr) Mean erosion	-6.853	-6.847	-6.126	-5.850	-4.568	-6.049
ค่าเฉลี่ยอัตราการทับถมของตะกอนดิน (t/ha/yr) Mean deposit	15.913	14.944	10.484	17.190	19.343	15.575
อัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ (t/ha/yr) Net soil loss	4.227	-0.169	-6.611	-0.219	2.116	-0.131

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ยอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate, SRD) ในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ประเภทความลาดชัน	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
จำนวนตัวอย่าง No of samples	9	9	9	9	9	9
อัตราการชะล้างพังทลายของดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil erosion rates	-10.111	-9.331	-9.696	-7.927	-6.048	-8.622
อัตราการทับถมของตะกอนดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil deposition rates	13.012	16.702	18.871	21.245	15.895	17.145
จำนวนจุดที่มีการชะล้างพังทลายของดิน Erosion point	6	6	3	2	5	4.4
จำนวนจุดที่มีการทับถมของตะกอนดิน Deposit point	3	3	6	7	4	4.6
ค่าเฉลี่ยอัตราการชะล้างพังทลายของดิน (t/ha/yr) Mean erosion	-6.869	-6.350	-8.286	-7.136	-5.195	-6.767
ค่าเฉลี่ยอัตราการทับถมของตะกอนดิน (t/ha/yr) Mean deposit	12.339	14.910	14.589	15.757	14.058	14.331
อัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ (t/ha/yr) Net soil loss	-1.479	-1.541	12.488	13.841	0.042	4.670

ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ยอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate, SRD) ในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ประเภทความลาดชัน	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
จำนวนตัวอย่าง No of samples	9	9	9	9	9	9
อัตราการชะล้างพังทลายของดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil erosion rates	-9.257	-8.152	-9.792	-10.163	-10.219	-9.516
อัตราการทับถมของตะกอนดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil deposition rates	13.607	14.882	14.128	17.191	17.191	15.400
จำนวนจุดที่มีการชะล้างพังทลายของดิน Erosion point	2	6	7	7	5	5.4
จำนวนจุดที่มีการทับถมของตะกอนดิน Deposit point	7	3	2	2	4	3.6
ค่าเฉลี่ยอัตราการชะล้างพังทลายของดิน (t/ha/yr) Mean erosion	-7.577	-6.618	-7.383	-7.340	-6.800	-7.144
ค่าเฉลี่ยอัตราการทับถมของตะกอนดิน (t/ha/yr) Mean deposit	12.212	12.974	12.684	14.768	12.479	13.024
อัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ (t/ha/yr) Net soil loss	4.395	-0.884	-1.306	-2.110	-9.248	-1.830



ตารางที่ 34 ค่าเฉลี่ยอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate, SRD) ในพื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ประเภทความลาดชัน	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
จำนวนตัวอย่าง No of samples	9	9	9	9	9	9
อัตราการชะล้างพังทลายของดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil erosion rates	-9.382	-9.118	-8.634	-5.067	-9.506	-8.341
อัตราการทับถมของตะกอนดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil deposition rates	16.963	16.776	10.426	29.745	22.460	19.274
จำนวนจุดที่มีการชะล้างพังทลายของดิน Erosion point	5	6	8	1	1	4.2
จำนวนจุดที่มีการทับถมของตะกอนดิน Deposit point	4	3	1	8	8	4.8
ค่าเฉลี่ยอัตราการชะล้างพังทลายของดิน (t/ha/yr) Mean erosion	-7.165	-4.629	-6.403	-5.067	-9.506	-6.554
ค่าเฉลี่ยอัตราการทับถมของตะกอนดิน (t/ha/yr) Mean deposit	12.815	14.389	10.426	17.380	14.892	13.980
อัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ (t/ha/yr) Net soil loss	-0.612	-7.883	-6.850	16.012	14.294	2.992

ตารางที่ 35 ค่าเฉลี่ยอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate, SRD) ในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ประเภทความลาดชัน	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
จำนวนตัวอย่าง No of samples	9	9	9	9	9	9
อัตราการชะล้างพังทลายของดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil erosion rates	-9.354	-8.755	-8.447	-8.300	-8.731	-8.718
อัตราการทับถมของตะกอนดินสูงสุด (t/ha/yr) Soil deposition rates	20.528	17.690	54.628	19.559	29.188	28.319
จำนวนจุดที่มีการชะล้างพังทลายของดิน Erosion point	6	4	1	2	5	3.6
จำนวนจุดที่มีการทับถมของตะกอนดิน Deposit point	3	5	8	7	4	5.4
ค่าเฉลี่ยอัตราการชะล้างพังทลายของดิน (t/ha/yr) Mean erosion	-7.285	-7.748	-8.447	-8.220	-7.784	-7.897
ค่าเฉลี่ยอัตราการทับถมของตะกอนดิน (t/ha/yr) Mean deposit	14.816	15.662	18.331	16.059	18.484	16.670
อัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ (t/ha/yr) Net soil loss	-0.432	5.682	17.233	14.317	6.442	8.648

ผลการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินหรือการสูญเสียหน้าดิน (Soil erosion) และการทับถมของตะกอนดิน (Soil deposition) หรือที่เรียกรวมกันว่าการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution) ในพื้นที่แนวราบหรือแนวขวางพื้นที่ตามสภาพภูมิประเทศ โดยใช้เทคนิคนิวเคลียร์ไอโซโทป ซึ่งได้เลือกนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุตะกั่ว  $^{210}\text{Pb}$  เป็นตัวแปรหลักในการประเมิน โดยสามารถวิจารณ์ผลการศึกษาดังนี้

อัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ มีความแตกต่างกันในปัจจัยด้านช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูล ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษา และปัจจัยด้านประเภทของความลาดชัน (ตารางที่ 36) กล่าวคือ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูลทั้งสามครั้ง พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินในสัดส่วนที่มากกว่าการทับถมของตะกอนดิน โดยเฉพาะในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) มีค่าเฉลี่ย SRD เท่ากัน  $-3.665$  และ  $-1.830$  t/ha/yr ตามลำดับ ในขณะที่การเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) มีอัตราการทับถมของตะกอนดินอยู่ในสัดส่วนที่มากกว่า มีค่าเฉลี่ย SRD เท่ากัน  $0.502$  t/ha/yr (ตารางที่ 36) จากข้อมูลข้างต้น อาจสันนิษฐานได้ว่า ปริมาณน้ำฝนและการจัดการดินมีผลต่ออัตราการเคลื่อนย้ายของดิน โดยจะสังเกตว่า เมื่อมีเข้าสู่ฤดูฝน จะมีการอัตราเคลื่อนย้ายของดินในเชิงลบ (การชะล้างพังทลายของดิน) มากที่สุด และเมื่อสังเกตไปที่พื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ที่มีการจัดการดินเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ และการปกคลุมหน้าดินด้วยพืช จะม้อตราส่วนของการเคลื่อนย้ายของดินในเชิงบวก (การทับถมของตะกอนดิน) มากกว่า กล่าวคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีค่า SRD โดยเฉลี่ย เท่ากัน  $1.839$   $-0.131$  และ  $2.992$  t/ha/yr ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) การเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (มิถุนายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (สิงหาคม) ตามลำดับ เช่นเดียวกับพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ที่มีอัตราส่วนของการทับถมของดินมากกว่า โดยมีค่าเฉลี่ย SRD เท่ากัน  $1.563$   $4.670$   $8.648$  t/ha/yr ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) การเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (มิถุนายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (สิงหาคม) ตามลำดับ โดยพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ จัดเป็นพื้นที่ที่มีการสะสมของตะกอนดินที่ไหลมารวมกันจากบริเวณอื่นมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ดังที่แสดงในภาพที่ 37 ที่มีอัตราการเคลื่อนย้ายของดินในเชิงบวกอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง เดือนสิงหาคม โดยที่พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป และพื้นที่ป่ายางพารา มีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกัน คือมีการการสูญเสียตะกอนดินในเดือนมิถุนายนและจึงมีการทับถมของตะกอนดินในเดือนสิงหาคม

สำหรับปัจจัยด้านประเภทของความลาดชัน ที่มีผลต่ออัตราการเคลื่อนย้ายของดิน สามารถวิจารณ์ผลได้ ดังนี้ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป (ภาพที่ 38 ก) มีแนวโน้มของการชะล้างพังทลายของดินจากบริเวณที่สูงกว่าแล้ว จึงเกิดการทับถมของตะกอนของดินในบริเวณพื้นที่ต่ำกว่า กล่าวคือ ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) มีอัตราการเคลื่อนย้ายของดินในเชิงลบ ณ บริเวณ Summit และ Shoulder ในขณะที่เดียวกันมีอัตราการเคลื่อนย้ายของดินในเชิงบวก ณ บริเวณ Toeslope และ Footslope ยกเว้นการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ที่มีแนวโน้มในทางตรงกันข้าม ซึ่งอาจเกิดจาก การเริ่มเข้าสู่ช่วงฤดูฝนในเดือนมิถุนายน และเพิ่งเริ่มมีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่เดือนมิถุนายนเป็นต้นไป สำหรับพื้นที่ป่ายางพารา ที่มีแนวโน้มการเคลื่อนย้ายของดินที่ค่อนข้างคงที่ โดยมีสัดส่วนของการทับถมของตะกอนดินที่มากกว่าพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป โดยในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) พบการชะล้างของดินในพื้นที่ส่วนใหญ่แต่มีอัตราเพียงเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตาม ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) มีการสะสมตัวของตะกอนดินในพื้นที่เหนือขึ้นไป ณ บริเวณ Submit และ Shoulder ซึ่งคาดว่าน่าจะเกิดจากการเคลื่อนย้ายของตะกอนดินมาจากพื้นที่เหนือขึ้นไปอีก อันเนื่องมาจากปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนในเดือนสิงหาคม แต่ด้วยพื้นผิวหน้าที่มีสิ่งปกคลุม ได้แก่ ไม้ยางพารา ไม้ยืนต้น และเศษใบไม้ต่าง ๆ ทำให้มีการชะลอการเคลื่อนย้ายของดินให้อยู่ ณ บริเวณเหนือขึ้นไปเท่านั้น (ภาพที่ 38 ข) ในขณะที่อัตราการเคลื่อนย้ายของดินในพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณการทับถมของตะกอนดินที่สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ แม้ว่าข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนเมษายน มีการชะล้างพังทลายของดิน ณ บริเวณตอนกลางของพื้นที่ และมีการทับถมของตะกอนที่สูงที่สุด บริเวณ Toeslope ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ต่ำที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) และการเก็บข้อมูล

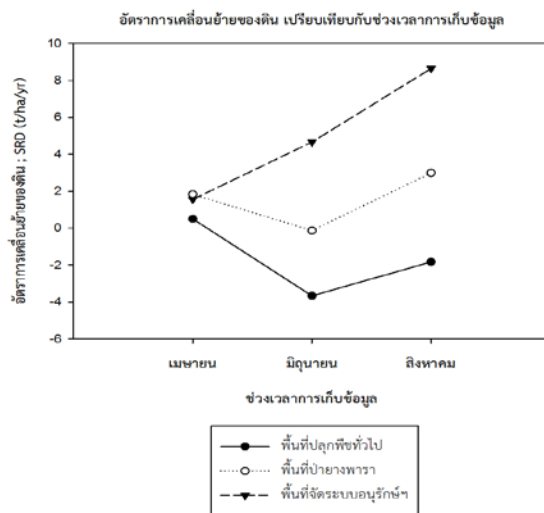
ครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) พบอัตราการเคลื่อนย้ายของดินในเชิงบวก (การทับถมของตะกอนดิน) ที่สูงสุด เมื่อเทียบกับพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ และเมื่อเทียบกับทุกช่วงเวลาการเก็บข้อมูล (รูปภาพที่ 39) โดยมีค่า SRD สูงที่สุด ณ บริเวณ Shoulder และ Backslope ซึ่งเป็นบริเวณทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษาและจุดกึ่งกลางของความลาดชัน ทั้งนี้ยังพบว่าค่าเฉลี่ย SRD เมื่อเข้าสู่ช่วงที่ฝนตกหนักที่สุด ก็มีปริมาณการสะสมของตะกอนดินที่มากที่สุดเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 39) นั่นแสดงว่า การที่มีสิ่งกีดขวางทางไหลของน้ำ หรือการใช้มาตรการเพื่อชะลอการไหลของน้ำ ที่ปฏิบัติตามมาตรการการอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น การปลูกหญ้าแฝกเป็นแนวขวางความลาดเท การคลุมดิน และการจัดการดินเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ สามารถช่วยลดการชะล้างพังทลายของดินและสามารถเพิ่มอัตราการทับถมของตะกอนดินไม่ให้ถูกเคลื่อนย้ายออกไปจากพื้นที่ได้

ตารางที่ 36 อัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ (Net Soil redistribution rate) ในพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง ตามช่วงเวลาการเก็บข้อมูล

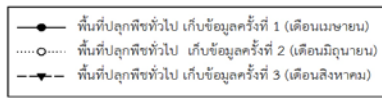
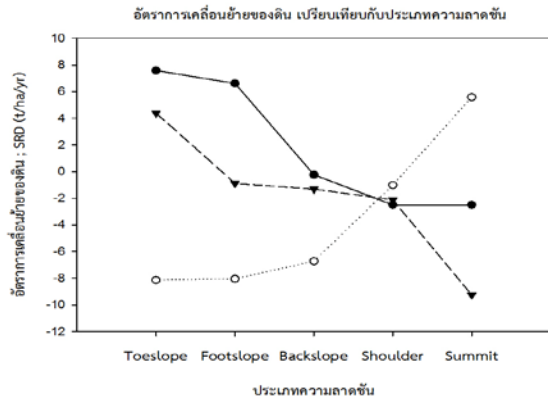
พื้นที่ศึกษา	อัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ (t/ha/yr)					
	Toeslope (TS)	Footslope (FS)	Backslope (BS)	Shoulder (SH)	Summit (SU)	ค่าเฉลี่ย (Mean)
<b>(1) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ</b>						
เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)	7.577	6.616	-0.230	-2.494	-8.961	0.502
เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)	-8.136	-8.042	-6.723	-1.012	5.590	-3.665
เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)	4.395	-0.884	-1.306	-2.110	-9.248	-1.830
<b>(2) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน</b>						
เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)	6.497	-0.849	5.655	-1.353	-0.754	1.839
เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)	4.227	-0.169	-6.611	-0.219	2.116	-0.131
เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)	-0.612	-7.883	-6.850	16.012	14.294	2.992
<b>(3) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน</b>						
เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)	8.650	0.184	-0.212	-1.872	1.068	1.563
เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)	-1.479	-1.541	12.488	13.841	0.042	4.670
เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)	-0.432	5.682	17.233	14.317	6.442	8.648

หมายเหตุ (1) ผลข้อมูลเป็นลบ หมายถึง  $^{210}\text{Pb}$  Inventory of local condition มีค่าน้อยกว่า  $^{210}\text{Pb}$  Inventory of reference ตีความว่า บริเวณที่ศึกษาเกิดการสูญเสียตะกอนดิน

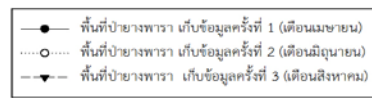
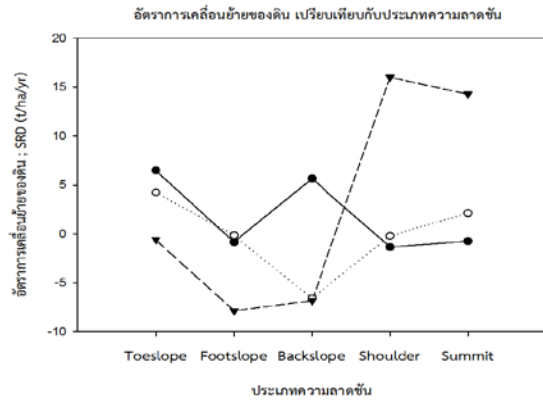
(2) ผลข้อมูลเป็นบวก หมายถึง  $^{210}\text{Pb}$  Inventory of local condition มีค่ามากกว่า  $^{210}\text{Pb}$  Inventory of reference ตีความว่า บริเวณที่ศึกษาเกิดการเคลื่อนย้ายทับถมของตะกอนดิน



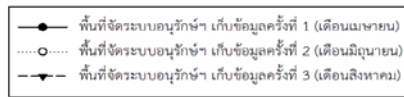
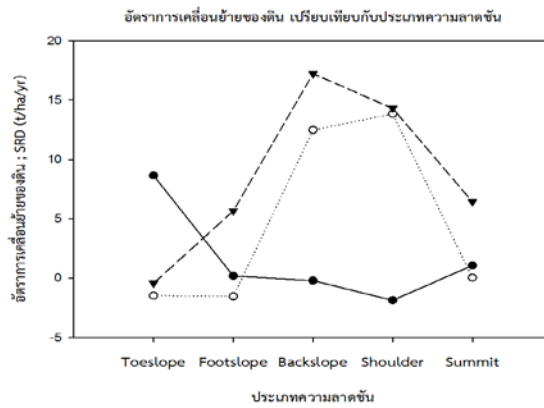
ภาพที่ 37 ค่าเฉลี่ยอัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ ในพื้นที่ศึกษา ตามช่วงเวลาการเก็บข้อมูล



(ก)

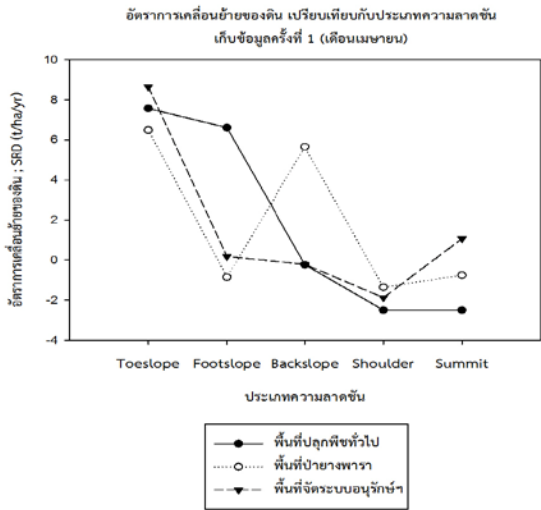


(ข)

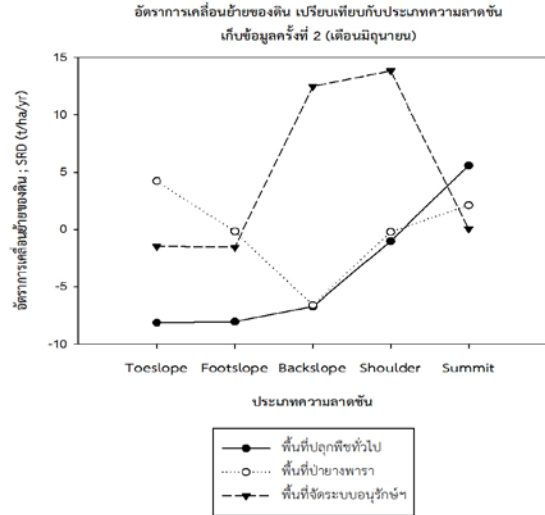


(ค)

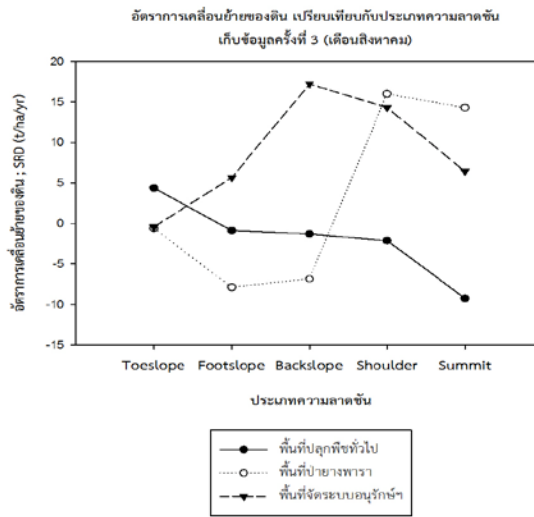
ภาพที่ 38 ค่าเฉลี่ยอัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ .ตามประเภทความลาดชัน



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 39 ค่าเฉลี่ยอัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ .ตามประเภทความลาดชัน และช่วงเวลาการเก็บข้อมูล

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility assessment) โดยใช้สมบัติทางเคมีของดินเพื่อตรวจสอบคุณภาพดิน (Soil quality) และประสิทธิภาพการจัดการพื้นที่เกษตรกรรม (Land use efficiency in agriculture) และการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน (Soil erosion assessment) โดยใช้เทคนิคนิวเคลียร์ไอโซโทป ในการวัดอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rates : SRD) โดยใช้นิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุตะกั่ว  $^{210}\text{Pb}$  (inventories) ซึ่งได้ทำการศึกษา ณ ตำบลปลังเพล อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

ปัจจัยที่ต้องการศึกษา ประกอบด้วย 1) ปัจจัยด้านพื้นที่ จำนวน 3 แห่ง คือ (1) พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีการวางแผนการจัดการดินที่เหมาะสมใด ๆ มีการปลูกข้าวโพดหมุนเวียนกับสับปะรด โดยปล่อยหน้าดินให้โล่งในช่วงฤดูร้อน (2) พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน ซึ่งต้นยางพาราโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงอายุประมาณ 5 ถึง 10 ปี เป็นต้นไป ในขณะที่พื้นที่โดยรอบเป็นป่าสลับกับพื้นที่แหล่งน้ำ และ พื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำโดยกรมพัฒนาที่ดิน มีการปลูกพืชแบบหมุนเวียนและแบบผสมผสาน ได้แก่ ข้าวโพด มันสำปะหลัง เผือก กลอย หรือขมิ้นชัน เป็นต้น (3) ปัจจัยด้านความลาดชัน แบ่งเป็น 5 ประเภท เรียงจากบริเวณที่อยู่ต่ำสุดไปถึงสูงสุดที่ทำการการศึกษา คือ Toeslope, Footslope, Backslope, Shoulder, และ Summit และ 3) ปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน ประกอบด้วย 0-10 เซนติเมตร 10-20 เซนติเมตร และ 20-30 เซนติเมตร โดยจะเก็บตัวอย่างดินทั้งสิ้น 3 ชั้น (เรียงซ้าย กลาง ขวา ขวางความลาดเท ให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา) และทำการเก็บตัวอย่างดินใน 3 ช่วงเวลา คือ การเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) การเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) เพราะฉะนั้น ผลการศึกษาจึงสามารถสรุปได้ ดังนี้

1) ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างดิน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ pH EC OM P K Mg Ca  $^{210}\text{Pb}$  และ SRD โดยเป็นผลมาจากความแตกต่างกันในด้านการจัดการดินของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาทั้งสามแห่ง และปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างกันในแต่ละเดือน

2) พื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณ pH EC OM K Mg และ Ca โดยเฉลี่ยในภาพรวม ที่สูงกว่าพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ โดยสามารถชะลอการสูญเสียปริมาณธาตุอาหารดังกล่าว แม้ว่าจะมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในแต่ละช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล

3) ปริมาณ P ในพื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไปและพื้นที่ป่ายางพารา พบว่า มีปริมาณโดยเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ อีกทั้งในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) พบว่ามีการสูญเสียออกซิเจนจากชั้นหน้าตัดดินมากที่สุด ซึ่งเกิดจากการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรและเข้าสู่ช่วงฤดูการที่มีปริมาณฝนเพิ่มขึ้น

4) ปัจจัยด้านความลาดชัน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ EC OM และ P โดยเฉพาะเมื่อมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการชะล้างพัดพาความอุดมสมบูรณ์ไหลลงสู่ที่ต่ำ กล่าวคือ พบการสะสมของปริมาณดังกล่าวโดยเฉลี่ยมากที่สุด ณ บริเวณพื้นที่ต่ำที่สุด โดยเฉพาะพื้นที่เพาะปลูกทั่วไปที่มีความแตกต่างกันของปริมาณ EC OM และ P มากที่สุด ยกเว้นพื้นที่ป่ายางพาราและพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ ที่สามารถชะลอการสูญเสียปริมาณ OM ไปได้บ้าง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม

5) ปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน พบว่า ปริมาณของ EC OM K Mg Ca มีความแตกต่างกันในแต่ละระดับความลึก กล่าวคือ พบค่าเฉลี่ยของปริมาณดังกล่าวในระดับชั้นดินบนมีสูงกว่าปริมาณที่พบในระดับชั้นดินล่าง เกิดจากการจัดการดินของเกษตรกร เช่น การใส่ปุ๋ย และการเขตกรรม เป็นต้น แต่เมื่อมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น กลับพบว่าปริมาณ EC OM K Mg Ca ที่อยู่ในระดับชั้นดินล่างมีมากกว่าหรือเทียบเท่าปริมาณที่อยู่บริเวณผิวหน้าดิน โดยเฉพาะพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ ซึ่งเกิดจากการชะล้างพัดพาธาตุอาหารดังกล่าวในแนวลึกตามชั้นหน้าตัดดิน มากกว่าการชะล้างพัดพาในแนวราบขนานกับผิวหน้าดิน



- 6) ปริมาณค่าความแรงของรังสี ( $^{210}\text{Pbex}$ ) ที่พบในแต่ละพื้นที่ศึกษามีความแตกต่างกัน โดยพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีค่าเฉลี่ยของ  $^{210}\text{Pbex}$  รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา และพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป ตามลำดับ
- 7) ปริมาณค่าความแรงของรังสี ( $^{210}\text{Pbex}$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึกของดินพบว่า มีค่าสูงที่สุดที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร และลดลงเรื่อย ๆ เมื่อมีระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูฝน ส่งผลให้เฉพาะพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ  $^{210}\text{Pbex}$  ที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร มีปริมาณที่เทียบเท่ากับปริมาณ  $^{210}\text{Pbex}$  ที่ระดับผิวหน้าดิน
- 8) อัตราการเคลื่อนย้ายของดิน มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา โดยพื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีอัตราการเคลื่อนย้ายของดินโดยการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างดินมากที่สุด ในขณะที่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีอัตราการเคลื่อนย้ายของดินโดยการทับถมของตะกอนดินในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างดินมากที่สุด
- 9) อัตราการเคลื่อนย้ายของดิน มีความแตกต่างกันในแต่ละประเภทของความลาดชัน โดยพื้นที่ป่ายางพาราและพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีการทับถมของตะกอนดิน ณ บริเวณที่สูงขึ้นไป มากที่สุด แสดงว่าสูญเสียหน้าดินที่ออกไปจากพื้นที่ที่มีปริมาณน้อย ตรงข้ามกับพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป ที่มีทับถมของตะกอนดิน ณ บริเวณที่ต่ำที่สุดของพื้นที่ศึกษา และพบการชะล้างพังทลายของดิน ณ บริเวณที่สูงขึ้นไป หมายความว่า พื้นที่เพาะปลูกทั่วไปมีอัตราการสูญเสียหน้าดินมากกว่าพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ
- 10) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน ซึ่งเป็นการหาค่าเฉลี่ยผลรวมของการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอนดิน ที่มีแต่พื้นที่ศึกษา พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเคลื่อนย้ายของดินสูงที่สุด รองลงมาคือพื้นที่ป่ายางพารา และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป ตามลำดับ

จากการศึกษาในโครงการวิจัยนี้ ทำให้พบข้อสังเกต และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่สามารถนำมาพัฒนาต่อยอดงานวิชาการสาขาการอนุรักษ์ดินและน้ำได้ ดังนี้

- 1) การใช้  $^{210}\text{Pbex}$  ในการเป็น Tracer ติดตามการเคลื่อนย้ายของตะกอนดิน สามารถนำมาใช้ในการประเมินหาอัตราการชะล้างพังทลายของดินได้เทียบเท่ากับ ธาตุซีเซียม 137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) โดยที่  $^{210}\text{Pbex}$  มีข้อดีคือสามารถยึดติดกับอนุภาคของดินหรือตะกอนดินได้ดีกว่า ทำให้สามารถทราบถึงการชะล้างพังทลายและการทับถมของตะกอนดินได้ง่าย
- 2) การศึกษาหาปริมาณการเคลื่อนย้ายของดิน จำเป็นต้องมีพื้นที่อ้างอิงเพื่อหาปริมาณ  $^{210}\text{Pbex}$  Inventory of reference ที่ต้องมั่นใจได้ว่าไม่เกิดการปนเปื้อน หรือมีการรบกวนหน้าดินใดๆทั้งสิ้น เพื่อจะนำค่าดังกล่าวมาคำนวณในสมการได้อย่างแม่นยำ
- 3) ถ้าต้องการศึกษาการประเมินการชะล้างพังทลายของดินควบคู่ไปกับการประเมินคุณภาพดิน จำเป็นต้องเก็บข้อมูลสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) เนื้อดิน (Soil texture) อัตราการซึบซ่านน้ำของดิน (Soil infiltration rate) ความชื้นของดิน (Soil moisture) หรือ ความอิ่มตัวของน้ำในดิน (Saturated Percentage) เป็นต้น เนื่องจาก ค่าความแรงรังสีและอัตราการเคลื่อนย้ายของดินมีอิทธิพลร่วมกับสมบัติทางกายภาพของดินมากกว่า และค่าดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางเคมีของดินที่น้อยมาก
- 4) การใช้สมการ Mass Balance II Model ในการคำนวณหาอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน จำเป็นต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์ในพื้นที่นั้น ๆ จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นของประเทศไทย โดยเฉพาะ นอกจากนี้ สมการที่กล่าวมาข้างต้น ไม่ได้นำปัจจัยด้านการไถพรวนดินมาคำนวณด้วย ซึ่งต้องมีการเก็บข้อมูลดินเพิ่มเติม แล้วนำมาคำนวณด้วยสมการ Mass Balance III Model จะทำให้การศึกษาพื้นที่เกษตรกรรมมีความถูกต้องแม่นยำมากกว่า

### ประโยชน์ที่ได้รับ

โครงการวิจัยนี้คือมุ่งเน้นศึกษาที่การเปลี่ยนแปลงของความอุดมสมบูรณ์ของดินและการชะล้างพังทลายของดิน เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมที่มีความแตกต่างกันด้านการจัดการดิน กับประเภทของความลาดชัน ในช่วงระยะเวลาที่มีปริมาณน้ำในแตกต่างกัน ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการวิจัยนี้ ประกอบด้วย

1) เพื่อเป็นแนวทางการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใช้สมบัติทางเคมีของดินเป็นเกณฑ์ชี้วัด เพื่อประเมินการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณธาตุอาหารในพื้นที่ศึกษาและประเภทของความลาดชันที่แตกต่างกัน

2) เพื่อเป็นแนวทางการประเมินการสูญเสียหน้าดิน หรือการชะล้างพังทลายของดิน ด้วยนิวเคลียร์ไอโซโทปเทคนิค โดยศึกษาการเคลื่อนที่ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธาตุตะกั่วไอโซโทป ( $^{210}\text{Pb}$ ) เพื่อประเมินการสูญเสียหน้าดินหรือการสะสมของตะกอนดินในพื้นที่ศึกษาและประเภทของความลาดชันที่แตกต่างกัน

3) เพื่อเป็นแนวทางการจัดการดินและที่ดินตามมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมและถูกวิธี

4) เพื่อให้เห็นถึงข้อดีและข้อเสียของการเกษตรกรรมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง

### การเผยแพร่ผลงานวิจัย

โครงการวิจัยนี้อยู่ในสังกัดกลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเสื่อมโทรม กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน ดังนั้น รายงานการศึกษาที่ได้จากโครงการวิจัยจะเป็นส่วนหนึ่งของทำเนียบผลงานวิจัยของหน่วยงาน โดยจะเผยแพร่ผลงานวิจัยทางรายงานประจำปีของกองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน รวมถึงช่องทางเผยแพร่อื่น ๆ

นอกจากนี้ ผลการศึกษาดังกล่าว สามารถนำไปเผยแพร่ให้แก่เกษตรกร นักวิจัย นักวิชาการ เจ้าหน้าที่ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน นักเรียน นักศึกษา ครู อาจารย์ และผู้สนใจทั่วไป ผ่านการอบรมให้ความรู้ ณ ศูนย์การวิจัยอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

### กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ขอขอบคุณ นายวุฒิไกร กุศลสวัสดิ์ และนางสาวพัชฎา โนจิตต์ สังกัด สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินเฉพาะสำหรับงานวิจัยด้านนิวเคลียร์ไอโซโทป รวมถึงการวิเคราะห์ตัวอย่างดินทั้งหมดเพื่อหาปริมาณ  $^{210}\text{Pb}$  ในดินตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัย นอกจากนี้ ขอขอบคุณ นายวันชัย วงษา ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสถานีพัฒนาที่ดินกาญจนบุรี และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ จากกลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน และกลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 10 จังหวัดราชบุรี ที่ให้การสนับสนุนด้านการประสานงานพื้นที่และการอำนวยความสะดวกในด้านอื่น ๆ

นายอภิสิทธิ์ บัวปาย

## เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. 2550. ธรณีวิทยาประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.
- โกมล อังกูร์รัตน์. 2555. เรดอนแก๊สเป็นอย่างไร How Radon Works?. เอกสารประกอบการเรียนการสอน Nuclear Science STKC 2555. ศูนย์ไอโซโทปรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน). สืบค้นเมื่อ วันที่ 16 กรกฎาคม 2564. จาก <http://www0.tint.or.th/nkc/nkc55/content55/nstkc55-106.html>
- ชนิษฐา ศรีสุขสวัสดิ์, อภิชาติ ชาติภูวภัทร, อินทิรา พงษ์เภา, บุญสม พรเทพเกษมสันต์, และวุฒิชัย จันทโรตธ. 2556. การกระจายเชิงพื้นที่ของอัตราทับถมของตะกอนดินบริเวณอ่าวไทยตอนบน. Vol. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. ปีที่ 18. ฉบับที่ 1.
- ปรเมศร์ อมาตยกุล และเทวินทร์ โจมทา. 2555. การประมาณค่าฝนใช้การรายเดือนจากปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่มีความเชื่อมั่นว่าเป็นไปได้ร้อยละ 80 ในประเทศไทย. ส่วนอุตุนิยมวิทยาเกษตร. สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา. กรมอุตุนิยมวิทยา.
- ปัทมา วิทยากร. 2547. ความอุดมสมบูรณ์ของดินชั้นสูง. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 423 หน้า.
- ไพฑูรย์ คล้ามีสี. 2538. ความลาดชันและการวิเคราะห์ความลาดชันของพื้นที่บนแผนที่ภูมิประเทศ. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 316. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 92 หน้า.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2553. ข้อมูลสถิติประชากรรายตำบล “จำนวนประชากรและบ้าน จำแนกเป็นรายอำเภอ และรายตำบล จังหวัดกาญจนบุรี ณ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2553.” กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. สืบค้นเมื่อ วันที่ 22 เมษายน 2564. จาก <http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/service/servstat.html>.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2557. สำมะโนการเกษตร พ.ศ. 2556 จังหวัดกาญจนบุรี (2013 Agricultural Census Changwat Kanchanaburi). สำนักงานสถิติจังหวัดกาญจนบุรี. สำนักสถิติพยากรณ์. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. สืบค้นเมื่อ วันที่ 22 เมษายน 2564. จาก [http://www.nso.go.th/sites/2014/Documents/Agri/2556/reports-full/71\\_kanchanaburi.pdf](http://www.nso.go.th/sites/2014/Documents/Agri/2556/reports-full/71_kanchanaburi.pdf).
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2564. สถิติปริมาณน้ำฝน จำแนกเป็นรายจังหวัด และสถานีตรวจอากาศ รายเดือน พ.ศ. 2562. ข้อมูลสถิติ กลุ่มที่ 21 สถิติทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม : ภัยธรรมชาติและอุบัติภัย – ภูมิอากาศ. กลุ่มคลังข้อมูลสถิติ. กรมอุตุนิยมวิทยา. กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. สืบค้นเมื่อ วันที่ 18 พฤษภาคม 2564 จาก <http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/21.aspx>
- ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา. 2563. ภูมิอากาศจังหวัดกาญจนบุรี. กรมอุตุนิยมวิทยา. สืบค้นเมื่อ วันที่ 18 พฤษภาคม 2564. จาก <http://climate.tmd.go.th/data/province/กลาง/ภูมิอากาศกาญจนบุรี.pdf>
- อรวรรณ ฉัตรสีรุ่ง. 2551. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 253 หน้า.
- Arshad, M. A., and S. Martin. 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agroecosystems. *Agri., Eco. And Environ.* 88:153-160.
- Benmansour, M., Mabit, L., Nouira, A., Moussadek, R., Bouksirate, H., Duchemin, M., and A. Benkdad. 2013. Assessment of soil erosion and deposition rates in a Moroccan

- agricultural field using fallout  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{210}\text{Pb}$ . *Journal of Environmental Radioactivity*, 115, 97–106. doi:10.1016/j.jenvrad.2012.07.013
- Cawse, P. A. (1983) The accumulation of  $^{37}\text{Ca}$  and  $^{239-240}\text{Pu}$  in soils of Great Britain, and transfer to vegetation. In *Ecological Aspects of Radionuclide Release*, ed. P. J. Coughtrey, pp. 47-71. Blackwell, Oxford.
- Cawse, P. A., Cambray, R. S., Baker, S. J. and P. J. Barton. 1988. A Survey of Background Levels of Environmental Radioactivity in Wales, 1984-M (preChernobyl). AERE R 12535, HMSO, London.
- Gregorich, L. J., and D. F. Acton. 1995. Understanding soil health. p. 5-10. *The health of our soils-towards sustainable agriculture in Canada*. Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch, Agriculture and Agri-food Canada, Ottawa, Ont., Canada.
- Hilton, J., Livens, F. R., Spezzano, P. and D. R. P. Leonard. (1993) Retention of radioactive caesium by different soils in the catchment of a small lake. *Science of the Total Environment* 129, 253-266.
- IAEA. 2014. Guidelines for Using Fallout Radionuclides to Assess Erosion and Effectiveness of Soil Conservation Strategies. IAEA TECDOC SERIES 1741. Prepared by The Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. ISBN 978-92-0-105414-2. 226pp.
- Karlen, D. L., M. J. Mausbach, J. W. Doran, R. G. Cline, R. F. Harris, and G. E. Schuman. 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:4-10.
- Mabit, L., Benmansour, M., Walling, D.E., 2008. Comparative advantages and limitations of the fallout radionuclides  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ , and  $^7\text{Be}$  for assessing soil erosion and sedimentation. *J. Environ. Radioact.* 99, 1799-1807.
- Matisoff, G., and P. J. Whiting. 2001. Measuring soil erosion rates using natural ( $^7\text{Be}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ) and anthropogenic ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$ ) radionuclides, In: Baskaran, M. (ed.). *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry*. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, pp. 487-519.
- Ritchie, J.C., Ritchie, C.A., 2007. Bibliography of Publications of  $^{137}\text{Cs}$  Studies Related to Erosion and Sediment Deposition. [http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm? Ruhe, R.V., 1960. Elements of the soil landscape](http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?Ruhe,R.V.,1960.Elements%20of%20the%20soil%20landscape), In *Transactions 7th int. Congr. Soil Sci.* 4, 165-170.
- Robbins, J.A., 1978. Geochemical and geophysical applications of radioactive lead. In: Nriagu, J.O. (Ed.), *The Biogeochemistry of Lead in the Environment*. Elsevier, Amsterdam, pp. 286-383.
- Shotyk, W. 1988. Review of the inorganic geochemistry of peats and peatland waters. *Earth Science Reviews* 25, 95-176.
- Smith, J. T., Hilton, J. and R. N. J. Comans. 1995. Application of two simple models to the transport of  $^{17}\text{Cs}$  in an upland organic catchment. *Science of the Total Environment* 168, 57-61. Smith, J. T., Appleby, P. G., Hilton, J., and N. Richardson. 1997. Inventories and

- fluxes of  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{241}\text{Am}$  determined from the soils of three small catchments in Cumbria, UK. *Journal of Environmental Radioactivity*, 37(2), 127–142. doi:10.1016/s0265-931x(97)00003-9.
- Walling, D. E., He, Q., He. (1999). Improved Models for Estimating Soil Erosion Rates from Cesium-137 Measurements. *Journal of Environment Quality*, 28(2), 611. doi:10.2134/jeq1999.00472425002800020027x url to share this paper: [soilhub.se/10.2134/jeq1999.004724250028000](https://soilhub.se/10.2134/jeq1999.004724250028000)
- Walling, D.E., He, Q., Appleby, P.G., 2002. Conversion models for use in soil-erosion, soil-redistribution and sedimentation investigations. In: Zapata, F. (Ed.), *Handbook for the Assessment of Soil Erosion and Sedimentation Using Environmental Radionuclides*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 111e164 (Chapter. 7).
- Walling, D.E., and T.A., Quine. 1993. Use of  $^{137}\text{Cs}$  as a tracer of erosion and sedimentation: Handbook for the application of the  $^{137}\text{Cs}$  technique. Report to the UK Overseas Development Administration, Exeter, UK.
- Walling, D.E., Q., He and Y., Zhang. 2014. Conversion models and related software, pp.125-148. In *Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. Guidelines for Using Fallout Radionuclides to Assess Erosion and Effectiveness of Soil Conservation Strategies*, IAEA-TECOC-1741. Joint FAO/IAEA. Programme, Vienna.
- Wysocki, D.A., Schoenberger, P. J., Hirmas, D. R., and H.E., LaGarry. 2011. Geomorphology of soil landscapes, in: Huang, P.M., Li, Y., Summer, M.E. (Eds.), *Handbook of soil science*. CRC Press, Boca Raton, pp. 969-994.
- Zupanc, V. and L., Mabit. 2010. Nuclear techniques support to assess erosion and sedimentation processes: A preliminary step in investigating the use of  $^{137}\text{Cs}$  as soil tracer. *Slovenia Dela* 33: 21–36

## ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน Toeslope (TS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Toeslope (TS)	0-10	1	457280	1652254	4.79	0.05	3.25	3.39	228.80	367.57	94.01
	0-10	2	457292	1652256	4.84	0.04	2.81	3.94	105.60	794.94	108.03
	0-10	3	457300	1652260	5.10	0.05	3.15	4.05	112.65	661.04	101.28
	10-20	1	457280	1652254	4.72	0.03	3.14	4.66	120.09	206.02	59.94
	10-20	2	457292	1652256	5.20	0.03	2.53	4.78	157.36	1074.57	113.68
	10-20	3	457300	1652260	5.16	0.03	3.10	4.87	106.91	604.64	86.17
	20-30	1	457280	1652254	4.82	0.02	3.27	4.78	134.59	209.71	15.62
	20-30	2	457292	1652256	5.29	0.02	2.30	3.30	102.35	861.39	97.63
	20-30	3	457300	1652260	5.20	0.02	2.27	3.75	94.70	349.21	64.11



ตารางผนวกที่ 2 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดการระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน Footslope (FS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Footslope (FS)	0-10	1	457287	1652252	4.73	0.03	2.55	5.64	112.07	90.81	13.24
	0-10	2	457294	1652253	4.65	0.07	3.03	3.60	123.58	433.91	88.70
	0-10	3	457303	1652257	4.93	0.03	2.84	3.59	99.03	474.02	65.49
	10-20	1	457287	1652252	4.77	0.03	2.89	5.58	110.77	143.05	15.82
	10-20	2	457294	1652253	4.86	0.03	2.72	2.99	89.07	274.83	55.13
	10-20	3	457303	1652257	4.99	0.02	2.61	2.86	77.08	283.27	13.52
	20-30	1	457287	1652252	4.79	0.02	2.24	1.51	100.76	129.28	12.94
	20-30	2	457294	1652253	4.99	0.02	1.92	3.93	121.75	171.19	14.60
	20-30	3	457303	1652257	4.91	0.02	1.52	3.84	106.17	238.97	10.74

ตารางผนวกที่ 3 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน Backslope (BS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Backslope (BS)	0-10	1	457289	1652248	4.49	0.05	2.57	2.95	86.25	117.32	63.01
	0-10	2	457296	1652250	4.80	0.05	3.21	4.43	138.83	454.28	103.53
	0-10	3	457304	1652253	4.89	0.05	2.96	2.24	128.95	550.34	85.94
	10-20	1	457289	1652248	4.50	0.03	2.58	2.78	104.63	21.24	11.12
	10-20	2	457296	1652250	4.95	0.02	2.39	3.01	112.37	326.45	67.13
	10-20	3	457304	1652253	5.03	0.02	1.71	1.88	78.79	272.65	18.51
	20-30	1	457289	1652248	4.79	0.02	2.05	4.29	109.39	51.64	10.29
	20-30	2	457296	1652250	5.04	0.02	1.77	3.71	126.92	154.86	14.08
	20-30	3	457304	1652253	4.99	0.02	1.39	2.89	135.18	216.20	14.55

ตารางผนวกที่ 4 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน Shoulder (SH)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Shoulder (SH)	0-10	1	457292	1652246	4.39	0.03	2.59	5.16	86.24	38.84	8.85
	0-10	2	457301	1652247	4.52	0.04	2.84	5.25	140.21	287.72	64.95
	0-10	3	457308	1652250	4.83	0.05	3.16	3.90	157.32	520.90	99.73
	10-20	1	457292	1652246	4.44	0.03	2.63	3.91	79.23	87.31	9.50
	10-20	2	457301	1652247	4.73	0.03	1.96	3.11	78.77	182.82	17.66
	10-20	3	457308	1652250	4.95	0.02	2.39	2.92	98.38	314.97	58.48
	20-30	1	457292	1652246	4.72	0.02	2.01	2.25	87.27	75.35	6.92
	20-30	2	457301	1652247	4.79	0.02	1.63	4.10	140.51	156.83	12.76
	20-30	3	457308	1652250	4.95	0.02	1.73	2.62	78.93	257.20	16.78

ตารางผนวกที่ 5 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดการระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน Summit (SU)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Summit (SU)	0-10	1	457296	1652242	4.50	0.05	2.56	3.55	147.94	219.04	64.61
	0-10	2	457606	1652243	4.71	0.05	2.41	3.85	116.49	381.91	72.46
	0-10	3	457311	1652248	4.61	0.05	2.55	3.86	151.92	410.54	80.29
	10-20	1	457296	1652242	4.51	0.03	2.70	3.71	113.36	104.87	16.28
	10-20	2	457606	1652243	4.98	0.02	1.98	3.02	157.73	378.70	64.70
	10-20	3	457311	1652248	4.85	0.03	1.87	5.08	87.37	154.23	15.98
	20-30	1	457296	1652242	4.70	0.03	1.84	3.51	160.74	125.92	12.36
	20-30	2	457606	1652243	5.13	0.02	1.58	2.40	104.03	331.64	58.60
	20-30	3	457311	1652248	4.87	0.02	1.26	2.13	90.17	142.41	14.78

ตารางผนวกที่ 6 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Toeslope (TS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Toeslope (TS)	0-10	1	457280	1652254	5.23	0.01	2.55	4.02	71.28	301.17	46.67
	0-10	2	457292	1652256	5.20	0.02	3.10	3.80	121.70	747.22	51.07
	0-10	3	457300	1652260	5.31	0.02	3.19	4.54	77.63	601.48	56.71
	10-20	1	457280	1652254	4.86	0.01	2.99	4.68	83.66	183.39	21.71
	10-20	2	457292	1652256	5.47	0.02	2.93	5.20	69.85	833.54	43.35
	10-20	3	457300	1652260	5.23	0.02	2.99	3.46	119.82	550.80	43.28
	20-30	1	457280	1652254	4.87	0.01	2.61	5.04	119.62	199.80	14.38
	20-30	2	457292	1652256	5.72	0.01	2.38	3.01	86.40	1042.24	49.02
	20-30	3	457300	1652260	5.30	0.01	2.00	4.02	89.18	402.00	32.46

ตารางผนวกที่ 7 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Footslope (FS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Footslope (FS)	0-10	1	457287	1652252	5.00	0.01	2.12	5.42	64.76	70.00	8.50
	0-10	2	457294	1652253	4.99	0.02	2.77	3.45	102.17	295.35	26.99
	0-10	3	457303	1652257	5.03	0.02	2.97	3.37	75.32	442.38	34.86
	10-20	1	457287	1652252	4.97	0.01	2.53	2.91	107.16	155.47	12.57
	10-20	2	457294	1652253	4.93	0.02	2.50	1.93	66.55	353.44	26.02
	10-20	3	457303	1652257	5.13	0.01	2.64	4.23	68.20	332.73	12.37
	20-30	1	457287	1652252	5.00	0.01	2.22	5.03	95.71	145.86	13.17
	20-30	2	457294	1652253	5.07	0.01	1.58	3.15	60.51	193.20	13.51
	20-30	3	457303	1652257	5.09	0.01	1.84	3.98	79.03	189.32	6.06

ตารางผนวกที่ 8 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Backslope (BS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Backslope (BS)	0-10	1	457289	1652248	4.89	0.01	2.57	3.50	94.26	98.64	16.71
	0-10	2	457296	1652250	5.25	0.01	2.82	3.73	88.89	411.99	43.82
	0-10	3	457304	1652253	4.90	0.04	2.83	2.93	61.21	474.05	33.99
	10-20	1	457289	1652248	4.45	0.01	2.69	3.52	61.63	87.51	11.85
	10-20	2	457296	1652250	5.10	0.01	2.31	2.22	84.98	241.36	22.80
	10-20	3	457304	1652253	5.10	0.01	2.09	3.85	63.54	363.39	22.26
	20-30	1	457289	1652248	5.00	0.01	2.04	3.84	61.90	82.69	6.38
	20-30	2	457296	1652250	5.11	0.01	1.66	4.22	63.52	200.22	11.26
	20-30	3	457304	1652253	5.07	0.01	1.25	2.23	87.30	219.91	15.05

ตารางผนวกที่ 9 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดการระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Shoulder (SH)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Shoulder (SH)	0-10	1	457292	1652246	4.43	0.04	1.93	4.25	60.30	118.07	13.25
	0-10	2	457301	1652247	4.44	0.04	2.86	4.95	88.74	184.22	19.90
	0-10	3	457308	1652250	5.17	0.03	2.96	4.00	97.70	567.47	57.44
	10-20	1	457292	1652246	4.73	0.01	2.59	5.16	55.85	109.49	9.19
	10-20	2	457301	1652247	4.83	0.01	1.88	2.11	96.18	224.51	18.47
	10-20	3	457308	1652250	5.08	0.01	2.35	1.93	52.19	280.38	21.62
	20-30	1	457292	1652246	4.89	0.01	2.03	1.90	52.39	108.54	6.25
	20-30	2	457301	1652247	4.90	0.01	1.35	3.35	63.71	151.94	11.69
	20-30	3	457308	1652250	4.96	0.01	1.70	1.48	69.54	194.57	13.67



ตารางผนวกที่ 10 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Summit (SU)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Summit (SU)	0-10	1	457296	1652242	4.22	0.07	2.34	4.53	57.20	181.52	22.10
	0-10	2	457606	1652243	5.17	0.01	2.65	3.61	57.69	415.61	30.73
	0-10	3	457311	1652248	4.78	0.03	2.21	4.53	78.51	318.36	33.76
	10-20	1	457296	1652242	4.51	0.03	2.65	3.40	56.17	194.71	14.73
	10-20	2	457606	1652243	5.28	0.01	1.92	7.78	69.99	339.73	27.36
	10-20	3	457311	1652248	4.86	0.01	1.82	2.01	68.18	233.72	18.92
	20-30	1	457296	1652242	4.60	0.02	1.98	3.67	124.74	108.08	6.91
	20-30	2	457606	1652243	5.35	0.01	1.32	2.84	89.39	329.25	23.04
	20-30	3	457311	1652248	4.84	0.01	1.56	5.49	51.50	150.16	11.23

ตารางผนวกที่ 11 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Toeslope (TS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Toeslope (TS)	0-10	1	457280	1652254	5.15	0.02	2.81	0.82	78.63	152.10	27.66
	0-10	2	457292	1652256	5.32	0.02	3.06	1.37	121.62	476.67	36.74
	0-10	3	457300	1652260	5.37	0.02	3.35	0.65	99.83	623.72	47.06
	10-20	1	457280	1652254	4.93	0.02	2.86	0.75	78.34	127.09	16.83
	10-20	2	457292	1652256	5.39	0.02	2.83	0.84	84.16	757.32	47.74
	10-20	3	457300	1652260	5.14	0.02	3.31	0.01	142.30	314.40	28.51
	20-30	1	457280	1652254	4.95	0.02	2.63	1.76	130.61	129.67	12.03
	20-30	2	457292	1652256	5.44	0.02	2.79	1.06	82.17	842.43	48.69
	20-30	3	457300	1652260	5.14	0.02	2.28	2.31	131.60	193.52	15.92

ตารางผนวกที่ 12 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Footslope (FS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Footslope (FS)	0-10	1	457287	1652252	5.14	0.02	2.35	1.45	75.71	145.57	15.67
	0-10	2	457294	1652253	5.19	0.02	2.95	0.01	110.49	309.32	26.55
	0-10	3	457303	1652257	5.19	0.02	3.03	0.64	102.48	462.09	20.43
	10-20	1	457287	1652252	5.00	0.02	2.75	0.62	113.79	174.05	12.63
	10-20	2	457294	1652253	5.26	0.02	2.60	1.72	80.11	258.10	20.98
	10-20	3	457303	1652257	5.11	0.01	2.67	0.01	100.20	356.47	10.20
	20-30	1	457287	1652252	5.04	0.02	2.55	1.19	77.49	166.34	11.50
	20-30	2	457294	1652253	5.10	0.01	2.23	1.97	83.93	183.49	12.22
	20-30	3	457303	1652257	4.96	0.01	1.85	0.88	74.63	144.40	5.03

ตารางผนวกที่ 13 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Backslope (BS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Backslope (BS)	0-10	1	457289	1652248	4.73	0.02	2.59	0.12	75.55	50.72	7.93
	0-10	2	457296	1652250	5.20	0.01	3.06	1.87	111.35	342.02	42.45
	0-10	3	457304	1652253	5.33	0.02	3.11	1.24	72.17	532.92	31.47
	10-20	1	457289	1652248	4.66	0.02	2.61	0.01	115.69	36.42	3.56
	10-20	2	457296	1652250	5.12	0.01	2.54	2.90	113.65	303.14	27.31
	10-20	3	457304	1652253	5.12	0.02	2.44	1.14	108.28	411.52	22.56
	20-30	1	457289	1652248	4.83	0.01	2.54	1.15	104.10	69.05	4.97
	20-30	2	457296	1652250	5.10	0.01	1.64	0.01	115.89	145.35	9.87
	20-30	3	457304	1652253	5.02	0.01	1.69	0.01	71.42	219.80	12.69

ตารางผนวกที่ 14 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Shoulder (SH)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Shoulder (SH)	0-10	1	457292	1652246	4.84	0.02	2.62	0.66	73.77	76.77	10.44
	0-10	2	457301	1652247	4.97	0.01	3.11	0.01	70.52	293.86	16.57
	0-10	3	457308	1652250	5.13	0.02	2.84	0.19	92.79	524.85	53.88
	10-20	1	457292	1652246	4.75	0.01	2.65	0.01	78.66	76.69	6.98
	10-20	2	457301	1652247	4.99	0.01	2.24	0.01	69.62	182.37	9.99
	10-20	3	457308	1652250	5.13	0.01	2.52	0.30	84.46	299.49	28.79
	20-30	1	457292	1652246	4.91	0.01	2.17	1.36	66.62	86.88	3.49
	20-30	2	457301	1652247	4.92	0.01	1.62	0.01	103.86	223.45	8.59
	20-30	3	457308	1652250	5.04	0.01	1.58	0.01	83.37	194.10	11.96

ตารางผนวกที่ 15 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Summit (SU)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Summit (SU)	0-10	1	457296	1652242	5.19	0.02	2.27	0.01	94.26	265.73	28.29
	0-10	2	457606	1652243	5.09	0.01	2.48	1.35	101.46	369.69	28.01
	0-10	3	457311	1652248	5.18	0.02	2.92	0.87	77.14	384.94	45.42
	10-20	1	457296	1652242	4.85	0.02	2.55	0.01	65.22	161.93	16.37
	10-20	2	457606	1652243	5.25	0.01	2.52	0.01	78.76	444.63	32.72
	10-20	3	457311	1652248	5.08	0.01	1.86	0.01	96.22	252.11	17.24
	20-30	1	457296	1652242	4.69	0.01	2.25	0.68	68.85	77.53	7.62
	20-30	2	457606	1652243	5.26	0.01	1.57	0.01	73.96	391.78	26.82
	20-30	3	457311	1652248	4.98	0.01	1.36	0.01	67.24	137.75	8.89

ตารางผนวกที่ 16 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน Toeslope (TS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Toeslope (TS)	0-10	1	457260	1652077	5.09	0.02	3.43	3.36	221.77	394.81	96.78
	0-10	2	457255	1652086	5.07	0.03	3.86	3.10	215.00	563.52	110.99
	0-10	3	457252	1652093	4.79	0.02	3.43	3.38	166.41	183.21	71.67
	10-20	1	457260	1652077	4.96	0.02	2.48	2.90	160.87	107.47	13.19
	10-20	2	457255	1652086	5.08	0.02	2.65	4.12	133.02	287.04	75.50
	10-20	3	457252	1652093	4.84	0.02	2.13	1.74	122.64	70.37	17.21
	20-30	1	457260	1652077	4.89	0.02	2.12	3.63	106.65	114.88	15.04
	20-30	2	457255	1652086	4.94	0.02	2.04	3.99	141.60	103.59	17.98
	20-30	3	457252	1652093	4.84	0.02	1.92	37.69	109.57	59.14	18.04

ตารางผนวกที่ 17 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน  
Footslope (FS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Footslope (FS)	0-10	1	457257	1652069	4.94	0.03	4.62	4.48	203.83	276.78	88.08
	0-10	2	457255	1652079	5.08	0.03	3.87	4.51	191.60	391.83	97.85
	0-10	3	457250	1652088	5.01	0.03	4.24	3.22	169.70	337.24	91.62
	10-20	1	457257	1652069	5.03	0.02	2.59	2.32	199.04	83.43	15.17
	10-20	2	457255	1652079	5.26	0.02	3.43	2.91	155.38	496.13	87.98
	10-20	3	457250	1652088	4.89	0.02	2.50	2.34	100.85	64.27	13.71
	20-30	1	457257	1652069	5.00	0.02	2.01	3.46	200.24	27.35	5.71
	20-30	2	457255	1652079	5.22	0.02	2.76	4.03	154.46	456.85	90.57
	20-30	3	457250	1652088	4.79	0.02	1.99	1.04	117.64	31.74	8.77



ตารางผนวกที่ 18 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน Backslope (BS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Backslope (BS)	0-10	1	457253	1652069	5.01	0.02	3.76	2.25	173.45	274.21	81.47
	0-10	2	457249	1652077	5.32	0.02	4.33	2.08	197.50	732.40	115.23
	0-10	3	457247	1652086	4.89	0.03	4.13	3.24	252.16	328.75	87.50
	10-20	1	457253	1652069	4.93	0.02	2.57	3.72	183.02	119.76	17.38
	10-20	2	457249	1652077	5.62	0.02	3.74	3.78	182.81	914.32	117.06
	10-20	3	457247	1652086	4.96	0.02	2.26	2.55	135.28	136.09	57.50
	20-30	1	457253	1652069	4.97	0.02	2.14	2.90	100.13	86.93	14.91
	20-30	2	457249	1652077	5.57	0.02	2.28	4.51	171.81	562.56	113.85
	20-30	3	457247	1652086	4.90	0.02	2.24	2.29	142.57	119.54	54.83

ตารางผนวกที่ 19 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน Shoulder (SH)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Shoulder (SH)	0-10	1	457252	1652069	4.97	0.02	3.57	3.50	165.91	286.37	82.70
	0-10	2	457248	1652080	5.23	0.03	3.92	3.75	210.35	583.65	111.39
	0-10	3	457242	1652086	5.05	0.03	4.85	4.42	186.63	419.71	125.55
	10-20	1	457252	1652069	4.98	0.02	2.63	4.14	121.02	169.86	22.25
	10-20	2	457248	1652080	5.29	0.02	3.08	3.92	163.66	579.38	96.79
	10-20	3	457242	1652086	4.98	0.02	3.67	3.30	176.06	341.42	99.26
	20-30	1	457252	1652069	4.97	0.02	2.26	2.20	101.92	152.24	18.07
	20-30	2	457248	1652080	5.04	0.02	1.99	2.91	123.86	163.51	53.81
	20-30	3	457242	1652086	5.01	0.02	2.66	2.79	199.70	251.47	83.89

ตารางผนวกที่ 20 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน Summit (SU)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Summit (SU)	0-10	1	457246	1652066	4.94	0.02	3.79	4.54	155.62	387.84	88.57
	0-10	2	457242	1652075	5.18	0.02	4.04	4.03	190.93	592.09	102.44
	0-10	3	457237	1652084	4.88	0.03	4.38	4.46	182.27	493.38	124.25
	10-20	1	457246	1652066	4.98	0.02	3.31	4.89	135.93	388.69	72.96
	10-20	2	457242	1652075	5.44	0.02	4.07	4.13	170.87	939.98	113.55
	10-20	3	457237	1652084	4.88	0.02	3.01	3.18	117.10	109.80	57.70
	20-30	1	457246	1652066	4.95	0.02	2.53	4.94	113.43	183.15	21.07
	20-30	2	457242	1652075	5.04	0.02	2.48	3.00	129.10	400.24	82.22
	20-30	3	457237	1652084	4.88	0.02	2.64	5.18	109.73	104.31	60.62

ตารางผนวกที่ 21 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Toeslope (TS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Toeslope (TS)	0-10	1	457260	1652077	5.31	0.01	3.85	2.83	166.22	442.42	50.09
	0-10	2	457255	1652086	5.21	0.01	3.63	2.71	162.46	569.64	61.41
	0-10	3	457252	1652093	5.27	0.01	3.45	4.50	146.42	317.00	48.53
	10-20	1	457260	1652077	5.10	0.01	2.84	4.26	83.24	142.69	17.36
	10-20	2	457255	1652086	5.10	0.01	2.93	3.90	88.50	321.60	35.10
	10-20	3	457252	1652093	5.04	0.01	2.03	3.81	116.87	136.03	22.48
	20-30	1	457260	1652077	4.95	0.01	2.11	3.00	103.63	112.57	10.41
	20-30	2	457255	1652086	5.01	0.01	1.85	3.99	67.23	112.67	15.42
	20-30	3	457252	1652093	4.99	0.01	1.61	3.92	78.15	97.25	23.31

ตารางผนวกที่ 22 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Footslope (FS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Footslope (FS)	0-10	1	457257	1652069	5.17	0.02	4.53	3.79	196.95	299.45	60.31
	0-10	2	457255	1652079	5.44	0.02	3.84	4.60	158.22	524.28	63.33
	0-10	3	457250	1652088	4.93	0.02	3.90	5.30	165.17	257.25	48.69
	10-20	1	457257	1652069	5.11	0.01	2.84	5.85	178.38	92.24	20.56
	10-20	2	457255	1652079	5.27	0.01	2.84	4.02	132.78	478.87	43.48
	10-20	3	457250	1652088	4.86	0.01	3.05	4.49	122.48	118.19	20.76
	20-30	1	457257	1652069	5.10	0.01	2.19	4.94	181.77	90.03	14.05
	20-30	2	457255	1652079	5.27	0.01	3.04	3.46	105.90	481.20	52.67
	20-30	3	457250	1652088	4.91	0.01	1.57	1.49	81.63	54.27	7.86

ตารางผนวกที่ 23 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Backslope (BS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Backslope (BS)	0-10	1	457253	1652069	5.25	0.02	3.75	2.83	161.77	331.77	54.32
	0-10	2	457249	1652077	5.52	0.01	4.27	4.80	185.15	766.61	72.96
	0-10	3	457247	1652086	5.06	0.01	3.44	2.75	145.72	257.81	41.48
	10-20	1	457253	1652069	5.04	0.01	2.52	3.03	137.37	122.62	16.81
	10-20	2	457249	1652077	5.77	0.01	3.96	3.38	159.08	1120.21	79.72
	10-20	3	457247	1652086	4.89	0.01	2.33	3.40	91.38	122.28	20.47
	20-30	1	457253	1652069	4.98	0.01	1.98	2.76	85.19	111.30	14.62
	20-30	2	457249	1652077	5.51	0.01	2.16	1.96	94.77	564.97	51.44
	20-30	3	457247	1652086	4.95	0.01	1.95	3.46	107.81	104.61	18.71

ตารางผนวกที่ 24 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Shoulder (SH)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Shoulder (SH)	0-10	1	457252	1652069	5.08	0.02	3.46	4.79	133.01	247.32	32.92
	0-10	2	457248	1652080	5.23	0.02	3.90	2.26	153.15	499.21	62.17
	0-10	3	457242	1652086	5.17	0.02	4.81	3.93	199.30	441.07	66.50
	10-20	1	457252	1652069	4.94	0.02	3.63	2.95	152.02	282.94	29.57
	10-20	2	457248	1652080	5.26	0.01	3.19	3.21	113.97	469.55	48.59
	10-20	3	457242	1652086	5.11	0.01	4.41	4.41	164.56	357.02	53.58
	20-30	1	457252	1652069	4.99	0.01	3.04	3.07	110.76	248.18	23.33
	20-30	2	457248	1652080	5.10	0.01	2.66	3.94	91.93	317.06	40.41
	20-30	3	457242	1652086	5.13	0.01	2.61	3.18	120.22	189.80	31.77

ตารางผนวกที่ 25 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Summit (SU)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Summit (SU)	0-10	1	457246	1652066	5.03	0.02	3.89	2.61	125.87	254.03	39.01
	0-10	2	457242	1652075	5.31	0.02	4.28	3.02	153.09	548.42	63.45
	0-10	3	457237	1652084	5.17	0.01	3.79	3.27	199.10	360.33	53.47
	10-20	1	457246	1652066	5.13	0.01	3.77	1.60	150.00	286.83	41.37
	10-20	2	457242	1652075	5.39	0.01	4.21	2.28	160.87	810.85	59.56
	10-20	3	457237	1652084	4.87	0.01	2.92	4.34	136.19	149.98	30.67
	20-30	1	457246	1652066	5.06	0.01	2.34	4.62	95.08	388.04	41.78
	20-30	2	457242	1652075	5.19	0.01	2.17	2.41	139.43	379.22	43.07
	20-30	3	457237	1652084	4.87	0.01	2.17	4.67	108.40	83.78	15.70



ตารางผนวกที่ 26 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Toeslope (TS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Toeslope (TS)	0-10	1	457260	1652077	5.14	0.01	3.34	1.87	124.09	301.05	39.25
	0-10	2	457255	1652086	5.26	0.02	3.51	0.34	164.85	584.35	68.56
	0-10	3	457252	1652093	4.84	0.01	3.45	1.06	137.00	143.27	27.69
	10-20	1	457260	1652077	4.92	0.01	2.42	0.58	94.76	119.51	11.48
	10-20	2	457255	1652086	5.10	0.01	2.86	0.31	128.28	271.76	31.67
	10-20	3	457252	1652093	4.76	0.01	2.32	0.48	96.14	90.50	17.30
	20-30	1	457260	1652077	4.88	0.01	1.88	0.01	109.65	73.09	6.87
	20-30	2	457255	1652086	4.87	0.01	2.20	0.01	106.08	105.68	15.36
	20-30	3	457252	1652093	4.85	0.01	1.83	0.01	106.53	65.16	14.62

ตารางผนวกที่ 27 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Footslope (FS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Footslope (FS)	0-10	1	457257	1652069	5.09	0.02	3.88	2.10	245.38	199.87	40.50
	0-10	2	457255	1652079	5.25	0.02	3.64	0.14	199.51	573.63	87.57
	0-10	3	457250	1652088	5.04	0.01	3.42	0.58	149.85	268.21	40.90
	10-20	1	457257	1652069	4.95	0.02	2.52	1.61	190.50	58.85	13.45
	10-20	2	457255	1652079	5.25	0.01	3.03	1.40	209.67	594.59	57.26
	10-20	3	457250	1652088	4.85	0.01	2.15	0.01	123.68	59.75	12.28
	20-30	1	457257	1652069	4.90	0.02	2.00	0.05	206.74	38.60	6.00
	20-30	2	457255	1652079	5.03	0.02	2.10	2.58	119.07	172.53	23.51
	20-30	3	457250	1652088	4.85	0.01	1.59	0.26	86.84	63.36	9.18

ตารางผนวกที่ 28 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Backslope (BS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Backslope (BS)	0-10	1	457253	1652069	5.11	0.02	3.63	1.30	160.94	295.29	48.40
	0-10	2	457249	1652077	5.53	0.02	4.02	0.01	251.08	1196.00	84.39
	0-10	3	457247	1652086	5.13	0.02	3.43	0.01	183.92	344.42	51.68
	10-20	1	457253	1652069	4.94	0.01	2.34	0.01	112.30	158.45	17.07
	10-20	2	457249	1652077	5.68	0.02	2.98	3.62	181.69	990.56	87.31
	10-20	3	457247	1652086	4.93	0.01	2.40	0.41	126.82	168.38	26.09
	20-30	1	457253	1652069	4.95	0.01	1.87	0.98	103.85	131.22	16.82
	20-30	2	457249	1652077	5.33	0.01	1.74	0.01	147.53	447.85	44.40
	20-30	3	457247	1652086	4.98	0.01	2.05	1.61	124.95	179.85	27.68

ตารางผนวกที่ 29 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Shoulder (SH)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Shoulder (SH)	0-10	1	457252	1652069	5.14	0.02	3.56	0.17	165.35	365.62	49.55
	0-10	2	457248	1652080	5.23	0.02	4.16	0.01	173.47	572.62	65.56
	0-10	3	457242	1652086	5.22	0.02	5.10	1.72	182.35	598.91	116.33
	10-20	1	457252	1652069	5.09	0.01	2.52	0.23	146.14	223.70	23.06
	10-20	2	457248	1652080	5.32	0.02	3.70	1.58	193.54	835.36	71.02
	10-20	3	457242	1652086	5.11	0.02	4.12	0.83	167.68	305.60	55.71
	20-30	1	457252	1652069	5.05	0.01	2.09	0.09	123.43	181.79	18.10
	20-30	2	457248	1652080	5.31	0.02	2.38	0.01	165.13	623.89	63.71
	20-30	3	457242	1652086	5.16	0.01	2.92	0.94	123.53	248.58	40.51

ตารางผนวกที่ 30 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Summit (SU)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Summit (SU)	0-10	1	457246	1652066	4.98	0.01	3.57	0.13	156.47	251.10	38.24
	0-10	2	457242	1652075	5.36	0.02	4.40	0.01	231.66	1003.07	95.34
	0-10	3	457237	1652084	5.27	0.02	4.19	0.01	217.84	519.04	99.21
	10-20	1	457246	1652066	4.86	0.01	3.87	0.01	125.53	277.01	25.25
	10-20	2	457242	1652075	5.48	0.01	3.38	0.01	151.50	898.42	82.53
	10-20	3	457237	1652084	4.88	0.01	3.31	0.01	116.65	115.25	26.52
	20-30	1	457246	1652066	4.75	0.01	2.53	0.09	101.24	116.64	11.10
	20-30	2	457242	1652075	5.33	0.01	2.34	1.14	150.58	492.37	49.77
	20-30	3	457237	1652084	4.82	0.01	2.93	0.34	138.46	104.96	19.92

ตารางผนวกที่ 31 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน Toeslope (TS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Toeslope (TS)	0-10	1	457374	1652088	5.55	0.05	3.82	3.56	220.64	1735.81	182.55
	0-10	2	457384	1652088	5.87	0.07	3.62	6.38	316.99	1479.24	168.15
	0-10	3	457396	1652091	5.59	0.06	4.56	3.67	126.25	2149.03	102.22
	10-20	1	457374	1652088	5.69	0.04	3.39	3.08	189.24	1166.27	114.30
	10-20	2	457384	1652088	5.39	0.03	1.95	4.02	172.64	737.05	98.15
	10-20	3	457396	1652091	6.03	0.04	3.87	3.65	111.98	1536.23	77.59
	20-30	1	457374	1652088	5.41	0.02	2.34	3.05	167.53	1063.57	108.47
	20-30	2	457384	1652088	5.29	0.02	1.08	2.55	114.18	800.06	81.10
	20-30	3	457396	1652091	6.19	0.03	2.53	2.20	94.47	1578.01	74.11

ตารางผนวกที่ 32 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน Footslope (FS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Footslope (FS)	0-10	1	457376	1652082	5.83	0.04	3.05	6.08	120.53	1294.95	157.15
	0-10	2	457385	1652084	5.72	0.04	3.46	4.87	105.65	1178.08	97.50
	0-10	3	457393	1652088	6.03	0.05	4.51	5.95	146.66	1923.58	98.89
	10-20	1	457376	1652082	5.49	0.03	2.47	3.74	118.93	1538.41	139.04
	10-20	2	457385	1652084	5.79	0.03	1.98	3.62	100.98	1381.28	121.78
	10-20	3	457393	1652088	6.16	0.04	3.28	3.64	98.62	1744.77	77.07
	20-30	1	457376	1652082	5.42	0.03	2.26	3.63	212.89	1292.89	106.37
	20-30	2	457385	1652084	6.01	0.03	1.52	2.99	197.20	1308.75	86.58
	20-30	3	457393	1652088	6.38	0.04	3.30	2.17	106.89	2387.22	86.60

ตารางผนวกที่ 33 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน Backslope (BS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Backslope (BS)	0-10	1	457376	1652079	5.37	0.05	3.94	4.48	153.30	1146.58	135.96
	0-10	2	457395	1652080	5.75	0.08	3.66	5.52	155.28	2236.75	125.03
	0-10	3	457395	1652084	5.83	0.08	3.65	2.80	170.80	2015.58	105.45
	10-20	1	457376	1652079	5.31	0.04	3.65	4.72	149.48	1076.34	118.14
	10-20	2	457395	1652080	5.96	0.05	3.10	2.55	169.36	2441.15	133.27
	10-20	3	457395	1652084	5.94	0.04	2.62	2.33	141.50	1874.03	95.82
	20-30	1	457376	1652079	5.21	0.02	2.14	3.91	122.16	810.04	95.58
	20-30	2	457395	1652080	6.01	0.04	2.60	3.28	123.78	1572.98	90.46
	20-30	3	457395	1652084	6.17	0.04	2.05	5.08	136.96	1830.41	83.42



ตารางผนวกที่ 34 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน Shoulder (SH)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Shoulder (SH)	0-10	1	457377	1652075	5.43	0.04	3.55	3.52	158.97	1195.18	120.96
	0-10	2	457387	1652077	5.72	0.06	4.68	6.57	145.37	2143.89	126.41
	0-10	3	457397	1652077	5.72	0.06	3.36	4.25	148.73	1954.76	101.06
	10-20	1	457377	1652075	5.37	0.02	3.02	1.36	123.91	1207.49	123.06
	10-20	2	457387	1652077	5.79	0.04	4.30	3.38	133.75	2014.61	108.63
	10-20	3	457397	1652077	5.84	0.07	4.09	2.71	151.35	2178.58	130.97
	20-30	1	457377	1652075	5.33	0.02	2.02	3.13	124.40	1339.35	128.03
	20-30	2	457387	1652077	5.74	0.03	3.08	5.18	114.14	1775.28	96.01
	20-30	3	457397	1652077	5.64	0.05	4.47	2.36	132.69	1493.88	109.95

ตารางผนวกที่ 35 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดินเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน) ประเภทความลาดชัน Summit (SU)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Summit (SU)	0-10	1	457382	1652067	5.26	0.05	4.16	4.74	165.52	1228.44	152.32
	0-10	2	457389	1652070	5.57	0.05	4.28	3.16	152.02	1832.32	111.69
	0-10	3	457400	1652073	5.78	0.07	4.52	2.99	174.33	2299.32	115.51
	10-20	1	457382	1652067	5.15	0.02	2.70	1.82	123.36	601.65	79.22
	10-20	2	457389	1652070	5.70	0.03	3.41	3.66	127.24	1764.78	100.25
	10-20	3	457400	1652073	6.16	0.04	2.41	2.59	138.27	1919.43	82.37
	20-30	1	457382	1652067	5.26	0.02	1.91	1.02	114.12	987.09	100.07
	20-30	2	457389	1652070	5.70	0.03	2.28	2.40	110.58	1846.92	93.78
	20-30	3	457400	1652073	6.20	0.04	1.87	2.35	129.70	1970.45	82.61

ตารางผนวกที่ 36 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Toeslope (TS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Toeslope (TS)	0-10	1	457374	1652088	5.86	0.03	3.22	3.51	120.47	1420.72	86.61
	0-10	2	457384	1652088	5.42	0.05	3.23	3.07	130.85	720.53	36.47
	0-10	3	457396	1652091	5.54	0.08	4.12	4.51	117.94	1384.70	43.36
	10-20	1	457374	1652088	5.73	0.02	2.71	4.78	103.74	1264.44	64.43
	10-20	2	457384	1652088	5.22	0.01	0.91	2.96	84.86	633.36	38.09
	10-20	3	457396	1652091	5.95	0.04	3.76	5.18	97.17	1767.17	44.64
	20-30	1	457374	1652088	5.30	0.01	1.88	3.23	96.46	780.53	41.14
	20-30	2	457384	1652088	5.12	0.01	1.05	6.18	96.66	662.00	41.69
	20-30	3	457396	1652091	6.29	0.02	2.75	3.48	93.53	1512.73	38.20

ตารางผนวกที่ 37 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Footslope (FS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Footslope (FS)	0-10	1	457376	1652082	5.81	0.04	3.37	5.35	106.68	1309.83	85.53
	0-10	2	457385	1652084	5.64	0.02	3.81	5.37	118.75	1153.82	52.68
	0-10	3	457393	1652088	6.08	0.03	4.63	3.47	138.17	1915.65	60.72
	10-20	1	457376	1652082	5.53	0.02	1.90	3.95	91.79	1015.97	60.16
	10-20	2	457385	1652084	5.83	0.02	2.54	2.91	88.86	838.49	95.54
	10-20	3	457393	1652088	6.24	0.02	3.35	3.11	87.51	1605.43	39.63
	20-30	1	457376	1652082	5.36	0.02	1.74	4.39	103.90	1547.16	68.57
	20-30	2	457385	1652084	6.08	0.01	1.62	3.84	95.03	1253.79	48.67
	20-30	3	457393	1652088	6.51	0.02	2.64	4.48	77.24	1929.70	44.11

ตารางผนวกที่ 38 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Backslope (BS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Backslope (BS)	0-10	1	457376	1652079	5.14	0.12	4.01	5.26	118.72	867.94	66.16
	0-10	2	457395	1652080	5.53	0.08	3.80	4.73	162.93	1702.10	73.62
	0-10	3	457395	1652084	5.55	0.10	3.71	5.13	114.46	1507.71	52.56
	10-20	1	457376	1652079	5.12	0.04	3.63	3.32	90.46	1071.80	68.88
	10-20	2	457395	1652080	5.84	0.05	3.39	5.03	109.25	1580.33	52.71
	10-20	3	457395	1652084	6.02	0.08	1.65	4.66	86.38	1202.11	37.16
	20-30	1	457376	1652079	5.24	0.02	3.01	4.07	94.49	1088.79	58.34
	20-30	2	457395	1652080	6.17	0.03	2.32	4.01	113.84	1194.27	38.55
	20-30	3	457395	1652084	6.27	0.03	3.25	3.30	85.39	1705.00	41.79

ตารางผนวกที่ 39 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Shoulder (SH)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Shoulder (SH)	0-10	1	457377	1652075	5.69	0.02	3.75	3.33	94.14	960.11	62.39
	0-10	2	457387	1652077	5.97	0.04	4.88	5.93	159.88	3428.64	146.75
	0-10	3	457397	1652077	5.49	0.09	3.57	3.86	102.79	997.75	43.86
	10-20	1	457377	1652075	5.58	0.01	3.41	3.21	93.61	1058.43	61.39
	10-20	2	457387	1652077	6.00	0.03	4.29	2.83	117.64	1897.18	76.09
	10-20	3	457397	1652077	5.56	0.08	3.85	2.08	107.84	1249.37	65.52
	20-30	1	457377	1652075	5.68	0.05	2.47	3.97	69.76	973.17	47.78
	20-30	2	457387	1652077	5.96	0.02	3.28	2.08	105.59	1170.41	39.43
	20-30	3	457397	1652077	5.56	0.05	4.88	4.72	94.75	1458.28	67.62

ตารางผนวกที่ 40 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน) ประเภทความลาดชัน Summit (SU)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Summit (SU)	0-10	1	457382	1652067	5.17	0.05	4.24	3.67	135.80	1015.31	86.70
	0-10	2	457389	1652070	5.60	0.06	4.19	5.41	111.36	1288.65	59.54
	0-10	3	457400	1652073	6.17	0.03	3.93	2.95	150.00	1513.70	51.72
	10-20	1	457382	1652067	5.22	0.02	2.42	3.52	93.97	866.33	61.85
	10-20	2	457389	1652070	5.76	0.04	3.15	3.91	83.08	1284.09	51.01
	10-20	3	457400	1652073	6.32	0.02	2.56	4.82	108.55	1632.39	43.46
	20-30	1	457382	1652067	5.44	0.01	1.64	3.06	118.44	869.81	53.37
	20-30	2	457389	1652070	6.25	0.02	2.07	3.87	72.79	1318.02	40.96
	20-30	3	457400	1652073	6.68	0.02	2.12	2.88	92.37	1556.90	35.66

ตารางผนวกที่ 41 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Toeslope (TS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Toeslope (TS)	0-10	1	457374	1652088	5.98	0.05	3.53	0.10	142.28	1518.38	123.10
	0-10	2	457384	1652088	5.86	0.03	3.46	0.11	181.34	1365.02	98.48
	0-10	3	457396	1652091	6.07	0.02	4.13	0.01	102.25	1981.47	52.08
	10-20	1	457374	1652088	5.88	0.02	2.83	0.21	119.29	1557.42	89.24
	10-20	2	457384	1652088	5.32	0.02	2.01	0.01	138.68	862.20	65.44
	10-20	3	457396	1652091	6.34	0.02	3.40	0.01	118.24	1975.27	45.34
	20-30	1	457374	1652088	5.47	0.01	2.16	0.16	93.10	920.73	57.14
	20-30	2	457384	1652088	5.25	0.02	1.18	0.01	104.71	878.98	47.78
	20-30	3	457396	1652091	6.44	0.02	2.24	0.01	84.91	1517.82	33.76



ตารางผนวกที่ 42 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Footslope (FS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Footslope (FS)	0-10	1	457376	1652082	5.73	0.03	2.48	0.01	104.44	1438.67	100.42
	0-10	2	457385	1652084	5.84	0.03	3.41	1.60	119.91	1166.21	53.42
	0-10	3	457393	1652088	5.97	0.03	4.27	0.85	126.28	1515.84	45.66
	10-20	1	457376	1652082	5.59	0.04	2.20	0.82	79.46	1101.34	90.53
	10-20	2	457385	1652084	6.24	0.02	2.01	0.01	99.27	1418.53	51.04
	10-20	3	457393	1652088	6.38	0.03	3.14	0.64	107.31	1467.21	35.41
	20-30	1	457376	1652082	5.50	0.02	2.09	0.33	104.78	1272.65	74.81
	20-30	2	457385	1652084	6.23	0.02	1.44	1.59	96.37	1320.47	47.84
	20-30	3	457393	1652088	6.43	0.03	2.64	0.01	128.10	2534.34	37.41

ตารางผนวกที่ 43 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Backslope (BS)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Backslope (BS)	0-10	1	457376	1652079	5.21	0.12	4.15	2.09	121.85	1183.34	118.07
	0-10	2	457395	1652080	5.87	0.04	4.19	1.81	139.45	1251.70	58.97
	0-10	3	457395	1652084	5.98	0.05	3.94	1.11	171.00	1660.11	62.38
	10-20	1	457376	1652079	5.13	0.09	3.73	1.18	97.17	1077.02	88.72
	10-20	2	457395	1652080	5.94	0.05	3.93	0.01	129.21	1516.47	63.25
	10-20	3	457395	1652084	5.88	0.06	3.00	2.54	121.94	1630.58	51.53
	20-30	1	457376	1652079	5.19	0.03	2.78	0.01	109.58	1033.24	68.10
	20-30	2	457395	1652080	5.93	0.07	2.17	1.68	93.60	1358.78	46.32
	20-30	3	457395	1652084	5.86	0.05	3.04	0.07	96.60	1620.95	42.48

ตารางผนวกที่ 44 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Shoulder (SH)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Shoulder (SH)	0-10	1	457377	1652075	5.51	0.03	3.73	0.01	139.57	1043.07	85.42
	0-10	2	457387	1652077	6.08	0.05	4.62	0.18	121.98	1926.05	63.47
	0-10	3	457397	1652077	5.71	0.09	2.57	0.95	120.73	1799.40	51.76
	10-20	1	457377	1652075	5.40	0.03	1.63	0.37	126.55	1156.45	76.34
	10-20	2	457387	1652077	6.03	0.02	4.02	2.02	107.42	1390.46	51.52
	10-20	3	457397	1652077	5.73	0.09	2.58	0.01	107.99	1826.98	53.34
	20-30	1	457377	1652075	5.41	0.03	2.86	0.01	102.45	1068.58	74.27
	20-30	2	457387	1652077	5.91	0.04	4.02	0.01	99.14	1209.40	38.56
	20-30	3	457397	1652077	5.40	0.09	4.48	0.14	124.51	1751.86	71.04

ตารางผนวกที่ 45 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม) ประเภทความลาดชัน Summit (SU)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	จุดพิกัด		pH (1:1)	EC (dS/m)	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
			X	Y							
Summit (SU)	0-10	1	457382	1652067	5.26	0.04	3.94	1.12	122.28	1135.07	84.95
	0-10	2	457389	1652070	5.77	0.03	4.06	0.30	123.77	1735.07	82.20
	0-10	3	457400	1652073	6.01	0.05	4.66	0.41	138.70	2060.98	70.53
	10-20	1	457382	1652067	5.22	0.03	2.64	0.01	100.17	684.60	50.57
	10-20	2	457389	1652070	5.79	0.03	3.44	0.01	108.15	1380.53	49.44
	10-20	3	457400	1652073	6.23	0.05	3.49	0.01	107.45	1446.36	41.58
	20-30	1	457382	1652067	5.26	0.02	1.64	0.01	97.30	1036.59	59.34
	20-30	2	457389	1652070	5.95	0.03	2.31	1.88	109.47	1385.25	44.37
	20-30	3	457400	1652073	6.30	0.05	1.82	0.01	114.36	1460.45	36.60

ตารางผนวกที่ 46 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pb}$  ของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือน เมษายน)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pb}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Toeslope (TS)	0-10	1	38.009
		2	40.022
		3	33.601
	10-20	1	38.611
		2	31.348
		3	31.897
	20-30	1	20.009
		2	16.806
		3	22.219
Footslope (FS)	0-10	1	29.754
		2	32.016
		3	28.299
	10-20	1	23.676
		2	46.433
		3	21.852
	20-30	1	21.903
		2	12.072
		3	13.197
Backslope (BS)	0-10	1	37.330
		2	31.690
		3	25.759
	10-20	1	28.394
		2	16.387
		3	14.790

ตารางผนวกที่ 46 (ต่อ) ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pb}$  ของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pb}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Backslope (BS)	20-30	1	13.534
		2	13.404
		3	12.959
Shoulder (SH)	0-10	1	26.133
		2	30.094
		3	14.614
	10-20	1	22.502
		2	14.264
		3	24.134
	20-30	1	14.573
		2	24.944
		3	21.271
Summit (SU)	0-10	1	18.661
		2	38.928
		3	9.597
	10-20	1	20.437
		2	29.692
		3	18.880
	20-30	1	16.379
		2	14.876
		3	15.212

ตารางผนวกที่ 47 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pbex}$  ของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pbex}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Toeslope (TS)	0-10	1	14.412
		2	71.612
		3	31.022
	10-20	1	23.326
		2	30.054
		3	22.290
	20-30	1	20.109
		2	22.567
		3	17.612
Footslope (FS)	0-10	1	18.991
		2	12.404
		3	19.569
	10-20	1	34.300
		2	22.096
		3	40.906
	20-30	1	20.195
		2	25.585
		3	17.863
Backslope (BS)	0-10	1	19.843
		2	18.244
		3	16.779
	10-20	1	37.243
		2	31.873
		3	30.013

ตารางผนวกที่ 47 (ต่อ) ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pb}$  ของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pb}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Backslope (BS)	20-30	1	20.754
		2	28.485
		3	21.771
Shoulder (SH)	0-10	1	21.222
		2	53.587
		3	26.582
	10-20	1	28.952
		2	17.857
		3	12.833
	20-30	1	16.504
		2	34.472
		3	18.348
Summit (SU)	0-10	1	33.229
		2	34.543
		3	35.747
	10-20	1	19.321
		2	25.834
		3	21.497
	20-30	1	22.875
		2	16.863
		3	12.504



ตารางผนวกที่ 48 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pbex}$  ของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pbex}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Toeslope (TS)	0-10	1	33.262
		2	37.063
		3	21.128
	10-20	1	44.435
		2	79.615
		3	21.377
	20-30	1	47.905
		2	4.488
		3	8.166
Footslope (FS)	0-10	1	23.439
		2	29.165
		3	33.200
	10-20	1	13.127
		2	9.388
		3	23.971
	20-30	1	12.019
		2	10.452
		3	13.090
Backslope (BS)	0-10	1	36.279
		2	28.784
		3	19.274
	10-20	1	30.187
		2	14.367
		3	10.507

ตารางผนวกที่ 48 (ต่อ) ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pbex}$  ของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 1 (เดือนเมษายน)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pbex}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Backslope (BS)	20-30	1	11.203
		2	11.673
		3	10.731
Shoulder (SH)	0-10	1	23.730
		2	34.408
		3	15.497
	10-20	1	14.181
		2	29.008
		3	24.711
	20-30	1	9.542
		2	9.617
		3	24.740
Summit (SU)	0-10	1	26.309
		2	24.609
		3	28.526
	10-20	1	13.234
		2	10.727
		3	8.288
	20-30	1	7.439
		2	8.604
		3	9.387

ตารางผนวกที่ 49 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pb}$  ของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือน มิถุนายน)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pb}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Toeslope (TS)	0-10	1	21.912
		2	25.962
		3	19.597
	10-20	1	22.002
		2	21.856
		3	16.239
	20-30	1	13.463
		2	11.022
		3	13.789
Footslope (FS)	0-10	1	10.680
		2	15.086
		3	15.099
	10-20	1	17.082
		2	33.028
		3	17.365
	20-30	1	20.650
		2	21.161
		3	13.767
Backslope (BS)	0-10	1	10.813
		2	9.115
		3	31.868
	10-20	1	12.180
		2	20.725
		3	9.404

ตารางผนวกที่ 49 (ต่อ) ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pbex}$  ของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pbex}$	
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)	
Backslope (BS)	20-30	1	20.094	
		2	12.499	
		3	10.337	
Shoulder (SH)	0-10	1	29.397	
		2	35.891	
		3	29.438	
	10-20	1	31.916	
		2	17.787	
		3	16.509	
	20-30	1	15.377	
		2	15.722	
		3	18.054	
	Summit (SU)	0-10	1	30.942
			2	35.749
			3	18.874
10-20		1	34.826	
		2	15.045	
		3	27.781	
20-30		1	14.653	
		2	15.826	
		3	18.800	

ตารางผนวกที่ 50 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pbex}$  ของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pbex}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Toeslope (TS)	0-10	1	39.017
		2	16.752
		3	12.034
	10-20	1	19.820
		2	36.719
		3	27.011
	20-30	1	14.481
		2	41.421
		3	14.523
Footslope (FS)	0-10	1	47.272
		2	33.904
		3	23.565
	10-20	1	30.648
		2	16.393
		3	15.308
	20-30	1	20.903
		2	15.229
		3	9.701
Backslope (BS)	0-10	1	21.283
		2	22.781
		3	13.725
	10-20	1	11.032
		2	23.745
		3	9.966

ตารางผนวกที่ 50 (ต่อ) ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pb}$  ของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pb}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Backslope (BS)	20-30	1	11.223
		2	11.460
		3	9.537
Shoulder (SH)	0-10	1	14.096
		2	33.189
		3	48.630
	10-20	1	12.755
		2	20.148
		3	34.981
	20-30	1	12.288
		2	12.972
		3	7.240
Summit (SU)	0-10	1	63.323
		2	30.145
		3	41.584
	10-20	1	40.188
		2	8.315
		3	14.602
	20-30	1	5.324
		2	15.890
		3	7.603

ตารางผนวกที่ 51 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pb}$  ของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pb}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Toeslope (TS)	0-10	1	6.337
		2	22.450
		3	27.194
	10-20	1	11.619
		2	13.168
		3	22.900
	20-30	1	29.471
		2	27.176
		3	16.872
Footslope (FS)	0-10	1	37.828
		2	33.757
		3	6.510
	10-20	1	21.133
		2	18.670
		3	15.994
	20-30	1	10.707
		2	29.722
		3	13.281
Backslope (BS)	0-10	1	42.740
		2	28.049
		3	29.571
	10-20	1	34.929
		2	21.960
		3	23.198

ตารางผนวกที่ 51 (ต่อ) ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pbex}$  ของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 (เดือนมิถุนายน)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pbex}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Backslope (BS)	20-30	1	21.306
		2	13.034
		3	39.769
Shoulder (SH)	0-10	1	29.941
		2	36.951
		3	17.953
	10-20	1	38.082
		2	14.372
		3	28.007
	20-30	1	48.118
		2	35.370
		3	33.349
Summit (SU)	0-10	1	28.308
		2	30.117
		3	32.938
	10-20	1	13.698
		2	11.688
		3	10.304
	20-30	1	11.188
		2	36.001
		3	7.618



ตารางผนวกที่ 52 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pb}$  ของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือน สิงหาคม)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pb}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Toeslope (TS)	0-10	1	20.966
		2	30.325
		3	30.819
	10-20	1	27.866
		2	25.054
		3	23.734
	20-30	1	30.217
		2	25.600
		3	13.359
Footslope (FS)	0-10	1	26.154
		2	17.557
		3	18.464
	10-20	1	33.706
		2	28.295
		3	18.036
	20-30	1	15.132
		2	8.892
		3	11.853
Backslope (BS)	0-10	1	19.773
		2	31.999
		3	22.177
	10-20	1	25.456
		2	15.078
		3	18.584

ตารางผนวกที่ 52 (ต่อ) ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pbex}$  ของดินในพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pbex}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Backslope (BS)	20-30	1	18.227
		2	8.097
		3	15.123
Shoulder (SH)	0-10	1	19.153
		2	27.960
		3	23.017
	10-20	1	21.380
		2	13.684
		3	13.534
	20-30	1	12.918
		2	12.681
		3	38.935
Summit (SU)	0-10	1	23.771
		2	23.145
		3	21.072
	10-20	1	24.352
		2	12.173
		3	15.055
	20-30	1	5.566
		2	26.001
		3	37.381

ตารางผนวกที่ 53 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pbex}$  ของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pbex}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Toeslope (TS)	0-10	1	38.419
		2	27.008
		3	26.954
	10-20	1	10.306
		2	20.277
		3	23.717
	20-30	1	11.606
		2	21.248
		3	17.708
Footslope (FS)	0-10	1	23.234
		2	2.404
		3	36.540
	10-20	1	37.996
		2	8.948
		3	15.986
	20-30	1	8.792
		2	6.128
		3	20.650
Backslope (BS)	0-10	1	23.613
		2	16.735
		3	18.856
	10-20	1	19.555
		2	18.265
		3	10.035

ตารางผนวกที่ 53 (ต่อ) ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pb}$  ของดินในพื้นที่ป่าไม้ยางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pb}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Backslope (BS)	20-30	1	10.278
		2	13.819
		3	8.468
Shoulder (SH)	0-10	1	30.146
		2	35.138
		3	67.369
	10-20	1	29.837
		2	47.905
		3	31.813
	20-30	1	11.477
		2	42.474
		3	30.227
Summit (SU)	0-10	1	33.412
		2	39.232
		3	50.869
	10-20	1	21.530
		2	30.450
		3	23.979
	20-30	1	23.697
		2	41.385
		3	26.807

ตารางผนวกที่ 54 ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pbex}$  ของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pbex}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Toeslope (TS)	0-10	1	46.495
		2	19.469
		3	29.466
	10-20	1	24.708
		2	13.903
		3	10.457
	20-30	1	21.032
		2	12.950
		3	21.187
Foothill (FS)	0-10	1	40.066
		2	18.126
		3	35.995
	10-20	1	27.883
		2	19.829
		3	39.791
	20-30	1	33.629
		2	18.093
		3	14.150
Backslope (BS)	0-10	1	19.133
		2	28.969
		3	44.300
	10-20	1	24.905
		2	29.215
		3	32.352

ตารางผนวกที่ 54 (ต่อ) ข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแสดงปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุไอโซโทป  $^{210}\text{Pbex}$  ของดินในพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน เก็บข้อมูลครั้งที่ 3 (เดือนสิงหาคม)

ประเภทความลาดชัน	ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)	จุดเก็บตัวอย่างดิน	$^{210}\text{Pbex}$
			ความแรงรังสี ต่อดิน 1 กิโลกรัม (Bq/kg dw)
Backslope (BS)	20-30	1	123.727
		2	24.340
		3	24.340
Shoulder (SH)	0-10	1	44.300
		2	40.689
		3	18.434
	10-20	1	24.913
		2	18.799
		3	37.539
	20-30	1	38.772
		2	33.372
		3	35.012
Summit (SU)	0-10	1	42.329
		2	34.908
		3	19.536
	10-20	1	66.107
		2	17.854
		3	12.730
	20-30	1	19.776
		2	24.112
		3	18.255



ภาพผนวกที่ 1 การประชุมและวางแผนเพื่อดำเนินงานโครงการวิจัย



ภาพผนวกที่ 2 การประชุมและวางแผนเพื่อดำเนินงานโครงการวิจัย



ภาพผนวกที่ 3 การประสานงานร่วมกับสถานีพัฒนาที่ดินกาญจนบุรี สพข.10



ภาพผนวกที่ 4 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษาวิจัย





ภาพผนวกที่ 5 พื้นที่ปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ



ภาพผนวกที่ 6 พื้นที่ปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ



ภาพผนวกที่ 7 พื้นที่ปลูกยางพาราซึ่งเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน



ภาพผนวกที่ 8 พื้นที่ปลูกยางพาราซึ่งเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน



ภาพผนวกที่ 9 พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีมาตรการจัดการดิน



ภาพผนวกที่ 10 พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีมาตรการจัดการดิน



ภาพผนวกที่ 11 พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีมาตรการจัดการดิน



ภาพผนวกที่ 12 การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ



ภาพผนวกที่ 13 การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ



ภาพผนวกที่ 14 การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ป่ายางพารา



ภาพผนวกที่ 15 การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ป่ายางพารา



ภาพผนวกที่ 16 การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป



ภาพผนวกที่ 17 การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป



ภาพผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน



ภาพผนวกที่ 19 การหาค่า  $^{210}\text{Pb}$  ด้วยเครื่อง Alpha spectrometry

