

การเปลี่ยนแปลงสมบัติดินบางประการในช่วงระยะปรับเปลี่ยนสู่ระบบเกษตรอินทรีย์

Change of some soil properties since conversion from conventional to organic farming

วีณา นิลวงศ์^{1*} และ อานัฐ ตันโช¹

Weena Nilawonk^{1*} and Arnat Tancho¹

¹ คณะผลิตกรรมการเกษตร ม.แม่โจ้ อ.สันทราย จ. เชียงใหม่ 50190

¹ Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Sansai, Chiangmai 50290

บทคัดย่อ: การปรับเปลี่ยนจากระบบเกษตรทั่วไปสู่เกษตรอินทรีย์ต้องใช้ระยะปรับเปลี่ยน 12-36 เดือน เพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดจากการตกค้างของสารพิษและปุ๋ยเคมีในดินซึ่งจะส่งผลกระทบต่อมาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของสมบัติดินต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีในช่วงระยะปรับเปลี่ยน (12 เดือน) เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดระยะการปรับเปลี่ยน โดยทำการศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2559-2560 ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินจากแปลงที่มีการปลูกพืชและวิธีการจัดการปุ๋ยเคมีที่แตกต่างกัน ได้แก่ พืชผัก พืชไร่ และไม้ผล ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินที่ 2 ระดับความลึก คือ ดินบนและดินล่าง ได้แก่ 0-20 และ 40-60 ซม. ในแปลงพืชผัก 2 แปลง และแปลงพืชไร่ 2 แปลง ในขณะที่แปลงไม้ผล 1 แปลงเก็บที่บริเวณขอบทรงพุ่ม ความลึก 0-20 และ 80-100 ซม. นำตัวอย่างดินที่ได้ไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการ และปริมาณธาตุอาหารพืช ผลการวิเคราะห์พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากในช่วงระยะเวลา 12 เดือน ในขณะที่ปริมาณธาตุอาหารพืช (Total N, P, K, Ca, Mg Mn, Fe, Zn และCu) ลดลง และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปริมาณการลดลงของธาตุต่างๆเหล่านั้นแสดงความสัมพันธ์อย่างสูงกับ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน และปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว (%Clay) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสมบัติดินดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการลดลงของปริมาณธาตุต่างๆ ในช่วงระยะการปรับเปลี่ยน และควรนำมาใช้ประกอบการพิจารณาการกำหนดระยะปรับเปลี่ยนให้มีความถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: เกษตรอินทรีย์; ระยะปรับเปลี่ยน; สมบัติดิน

ABSTRACT: The transition from conventional to organic agriculture need 12-36 months to offer the benefit in the reduction to nutrients and chemical that can be toxic in excessive amount. Therefore, the objective of this research was to quantify the time required for such changes and which soil properties was most affected. Such a transition was monitored for 12 months from June 2016 to July 2017. Soil samples were collected from selected crop and field, including vegetables (2 field), annual crops (2 fields), and longan (1 field). The selected field were managed differently in fertilizer type and application amount. Soil samples were collected from the 0-20 and 40-60 cm. depths in vegetable and annual crop fields, and from 0-20 and 80-100 cm in longan field. Samples were taken from all field, 0, 2, 4, 6, 8, and 12 months. The soil samples were analyzed for selected soil properties and content of plant nutrients. The result showed that the content of plant nutrients (Total N, P, K, Ca, Mg Mn, Fe, Zn and Cu) was significantly decreased after 12 months ($P<0.01$) under organic management, whereas soil pH and organic matter were slightly changed. The decrease of plant nutrients after 12 months was significantly correlated ($P<0.01$) with soil pH and %Clay, this result indicates that the selected soil properties are the important factors that can lead to the decreased level of plant nutrients in soil during the conversion from conventional to organic agricultural management. Therefore, these factors should be considered in such conversion.

* Corresponding author: w_nilawonk@hotmail.com

Received: date; August 22, 2019 Accepted: date; March 10, 2021 Published: date; October 5, 2021

Keywords: organic farming; conversion period; soil properties

บทนำ

ปัจจุบันการทำการเกษตรในหลายพื้นที่ของประเทศไทยได้มีการพยายามปรับเปลี่ยนระบบการเกษตรจากที่มีการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีไปเป็นระบบเกษตรอินทรีย์เพื่อรองรับความต้องการของสินค้าเกษตรอินทรีย์ในตลาดโลกและภายในประเทศ โดยประเทศไทยได้เริ่มกำหนดมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ในปี พ.ศ. 2541 ภายใต้การดำเนินงานของสำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มกท.) Organic Agriculture Certification Thailand (ACT) ซึ่งได้กำหนดให้เกษตรกรที่ต้องการทำการเกษตรอินทรีย์ต้องผ่าน **ระยะปรับเปลี่ยน** ในกรณีการผลิตพืชล้มลุก (ผัก และพืชไร่) ช่วงระยะปรับเปลี่ยน 12 เดือน ในกรณีเป็นการผลิตไม้ยืนต้นอาจใช้เวลาปรับเปลี่ยน 18 เดือน แต่ในกรณีผลิตเพื่อส่งออกปศุสัตว์ยุโรป พืชล้มลุกมีระยะปรับเปลี่ยน 24 เดือน และพืชยืนต้นมีระยะปรับเปลี่ยน 36 เดือน (สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์, 2555) หลักเกณฑ์นี้ได้มีการใช้เป็นมาตรฐานในหลายประเทศซึ่งมีลักษณะสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันออกไป แต่ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดให้ใช้ระยะเวลาปรับเปลี่ยนอย่างต่ำ 36 เดือน (Martini et. al., 2004) จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวเมื่อพิจารณาความแตกต่างของสภาพแวดล้อม พบว่าในเขตร้อนซึ่งมีอุณหภูมิ ความชื้นและปริมาณฝนสูงกว่าในเขตอบอุ่นและเขตหนาว ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลง เคลื่อนย้าย และการดูดซึมธาตุอาหารของพืชจากดินสูง และยังมีการสูญเสียไปจากดินโดยกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์ซึ่งทำงานได้ดีในสภาวะแวดล้อมแบบเขตร้อน (Hussain et. al., 2020; Ramos et. al., 2019; Li et al. 2020) ดังนั้นจึงมีแนวคิดว่าจะระยะการปรับเปลี่ยนสู่ระบบเกษตรอินทรีย์ในพื้นที่เขตร้อนควรจะมีระยะเวลานานกว่าในพื้นที่เขตหนาวและเขตอบอุ่น ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่อยู่ในเขตร้อนโดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27 °C แต่จะมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงในช่วงฤดูร้อนตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนพฤษภาคม โดยเฉลี่ยประมาณ 35-40 °C ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ย (ระหว่างปี 2503-2546) ประมาณ 1,618 มิลลิเมตรต่อปี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2555) ซึ่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ล้วนแต่เป็นตัวเร่งให้มีการสูญเสียธาตุต่างๆ ไปจากดินอย่างรวดเร็ว ไนโตรเจน (N) ในดิน สามารถสูญเสียไปจากดินได้โดยการถูกชะล้าง (Leaching) ในรูปของไนเตรท (NO₃⁻) กระบวนการระเหย (Volatilization) การกร่อนของดิน (Erosion) และการไหลบ่าบนผิวดิน (Run off) โดยน้ำฝน นอกจากนี้ไนโตรเจน N ยังถูกปลดปล่อยออกมาจากอินทรีย์วัตถุที่ถูกเติมลงไปบนดินในรูปของปุ๋ยอินทรีย์ด้วยอัตราเร็วภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม และขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ยอินทรีย์นั้น (Li et. al., 2020; Ramos et. al., 2019; นงลักษณ์ และวีณา, 2557) หรือบางส่วนเกิดขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน แต่จะสูญเสียไปจากดินอย่างรวดเร็ว (วีณา, 2556, 2557) อาจโดยการชะล้างหรือการนำกลับไปที่ใช้โดยสิ่งมีชีวิตในดินประเภทอื่นๆ เช่น จุลินทรีย์ดิน ในขณะที่ฟอสฟอรัส (P) ในดินสามารถสูญเสียไปจากดินโดยการชะละลาย หรือเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะในดินที่เป็นกรดซึ่งเป็นลักษณะดินที่พบมากในประเทศไทย เมื่อมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสลงดินจะทำให้ส่วนของฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ง่ายจะทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่างๆ ในดินอย่างรวดเร็ว เกิดเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยาก ซึ่งพืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้หรืออาจใช้ได้น้อย (Phosphate fixation) ขึ้นอยู่กับสภาพดิน (Barrow, 1974) ฟอสเฟตอาจตกค้างและถูกตรึงอยู่ในดิน 80-90% โดยสารประกอบที่เกิดขึ้นจากการตกตะกอน (Precipitation) ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ Octa-calcium phosphate, Hydroxyl apatite และ Variscite หรืออาจเกิดเป็นสารประกอบ CaNH₄PO₄·H₂O ซึ่งมีการศึกษาพบว่า การสะสมของ calcium phosphate, Hydroxyl apatite, Variscite และ CaNH₄PO₄·H₂O ปริมาณสูงในดินทรายสามารถถูกชะล้างออกจากดินไปได้ง่าย (Sanchez, 2007) เช่นเดียวกับโพแทสเซียมที่สามารถสูญเสียไปได้ง่ายโดยการชะล้างโดยเฉพาะในดินเนื้อหยาบ การสูญเสีย K จากการกร่อนของดินโดยน้ำกัดเซาะสามารถมีมากถึง 150 กก. ต่อเฮกตาร์ ในพื้นที่เพาะปลูกในสหรัฐ (เขตร้อนชื้น) และ 233 กก. ต่อเฮกตาร์ในดินป่าไม้บนพื้นที่สูงชันที่ถูกแผ้วถางเพื่อทำการเกษตร และยังคงเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่อถึงตรงด้วยแร่ดินเหนียวกลุ่มสมกไทต์ (ชนิด 2:1) (Nilawonk et al., 2007 ; Nilawonk et. al., 2020)

นอกจากนี้การสะสมโลหะหนักในดินยังเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่พบเนื่องจากการใช้ปุ๋ยและสารกำจัดแมลง/วัชพืชติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ในขณะที่บางส่วนพบว่าการเกิดจากการฝังตัวของวัตถุอันตรายในดิน ได้มีการศึกษาผลตกค้างระยะยาวจากการใช้ปุ๋ยเคมีชนิดต่างๆ ต่อการสะสมของโลหะหนักและการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีในดินที่ใช้ปลูกพืชหลังจากการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลา 14 ปี ในประเทศเยอรมนี พบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นระยะเวลา 14 ปี ทำให้มีปริมาณโลหะหนัก Cd, Cu, Mn, Pb, Zn เพิ่มขึ้นเมื่อ

เปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ในขณะที่เมื่อหยุดการใช้ปุ๋ยเคมีไปแล้ว 8 ปี พบว่ามีการลดลงของปริมาณ Cd, Cu, Mn, Pb และ Zn ถึง 82.6, 54.2, 48.5, 74.4, และ 56.9% ตามลำดับ (Czarnecki and Duering, 2014)

ปัญหาดังกล่าวนำมาสู่การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีบางประการของดินที่สำคัญ หลังหยุดการใช้ปุ๋ยและสารเคมีชนิดต่างๆในพื้นที่ซึ่งต้องการปรับเปลี่ยนไปสู่ระบบเกษตรอินทรีย์ในช่วงระยะเวลา 12 เดือน เพื่อนำข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางวางแผนการจัดการดินในช่วงระยะปรับเปลี่ยน

วิธีการศึกษา

ทำการศึกษาในพื้นที่การเกษตรที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันอย่างน้อย 10 ปีและกำลังจะปรับเปลี่ยนไปเป็นระบบเกษตรอินทรีย์ ในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 5 แปลง ได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชไร่ 2 แปลง พืชผัก 2 แปลง และไม้ผล 1 แปลง ที่ระดับความลึกผิวดิน (Top soil) และดินล่าง (Sub soil) ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับระดับความลึกของรากพืช และอิทธิพลการชะล้างมาสะสมในดินล่างของธาตุต่างๆ โดยทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลงไม้ผลบริเวณทรงพุ่มที่ระดับความลึก 0-20 และ 80-100 ซม. ในขณะที่แปลงพืชผักและพืชไร่เก็บที่ความลึก 0-20 และ 40-60 ซม. แต่ละแปลงจะถูกสุ่มเก็บจำนวน 10 จุดๆ ละ 3 ซ้ำ ที่ระยะเวลา 0, 2, 4, 6, 8 และ 12 เดือน ตัวอย่างดินจะถูกนำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 และ 0.5 มม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติของดิน (Table 1) ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) วิเคราะห์โดยการย่อยด้วย conc. H_2SO_4 ฟอสฟอรัส (P) วิเคราะห์โดยการสกัดด้วย Bray II แล้วนำไปพัฒนาสีโดยวิธีของ Murphy-Riley และอ่านค่าด้วย Spectrophotometer โพแทสเซียม (K) สกัดโดยใช้ 1 N NH_4OAc pH 7 และนำไปตรวจวัดด้วย Atomic Absorption Spectrophotometer ความเป็นกรดต่าง (pH) ของดินวิเคราะห์โดยใช้อัตราส่วนดิน:น้ำ = 1:1 อินทรีย์วัตถุ (OM) วิเคราะห์โดยวิธี Walkley & Black แมงกานีส (Mn) เหล็ก (Fe) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) วิเคราะห์โดยวิธีการสกัดด้วยน้ำยา Diethylene Triaminepenta Acetic Acid (DTPA) และ Particle size distribution วิเคราะห์ด้วยวิธีไฮโดรมิเตอร์ (พัชรี, 2550)

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระยะเวลา 0 และ 12 เดือน โดยวิธี Paired-Sample T Test วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Correlation) และการถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) ของสมบัติดินที่ระยะเวลา 0 และ 12 เดือน โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS statistics 24

ผลการศึกษา

ความเป็นกรดต่างของดิน (Soil pH)

ความเป็นกรดต่างในดินบนและดินล่างของทั้ง 5 แปลง พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากที่ระยะเวลา 12 เดือนเมื่อเปรียบเทียบกับ pH ดินที่ 0 เดือน (Figure 1) โดยมีการเปลี่ยนแปลงไปประมาณ 0.5 หน่วย ซึ่งดินในแปลงพืชไร่ทั้ง 2 แปลง มีค่า pH เฉลี่ย 6.85-7.78 จัดว่ามีความเป็นกลางถึงเป็นด่างอย่างอ่อน ในขณะที่แปลงพืชผัก 1 มีค่า pH 7.81-8.16 ซึ่งอยู่ในระดับเป็นด่างปานกลาง ส่วนของแปลงพืชผัก 2 มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.24-6.76 ดินอยู่ในระดับเป็นกรดเล็กน้อย ในขณะที่ดินจากแปลงไม้ผลมีค่า pH ต่ำสุด อยู่ในช่วง 4.64-5.07 อยู่ในระดับเป็นกรดจัด

Table 1 Soil properties at the initial of the study

Soil	pH	OM g/kg	Total N mg/kg	Avail. P mg/kg	Exch. K mg/kg	Particle size distribution		
						sand	silt	clay
						g/kg		
Field crop soil (1)								
0-20 cm.	6.85	8.1	800	61	502	415	460	125
40-60 cm.	7.69	3.1	400	45	211	455	380	165
Field crop soil (2)								
0-20 cm.	7.52	6.9	600	85	348	515	380	105
40-60 cm	7.51	2.3	500	18	231	455	380	165
Vegetable soil (1)								
0-20 cm.	8.14	5.7	760	252	753	495	360	145
40-60 cm.	7.88	6.7	330	13	327	395	340	265
Vegetable soil (2)								
0-20 cm.	6.37	10.5	1,080	68	447	335	380	285
40-60 cm	6.14	9.2	610	57	421	535	220	245
Orchard soil								
0-20 cm.	5.07	24.3	920	3.5	223	195	260	545
80-100 cm.	4.73	9.1	870	3.3	404	335	340	325

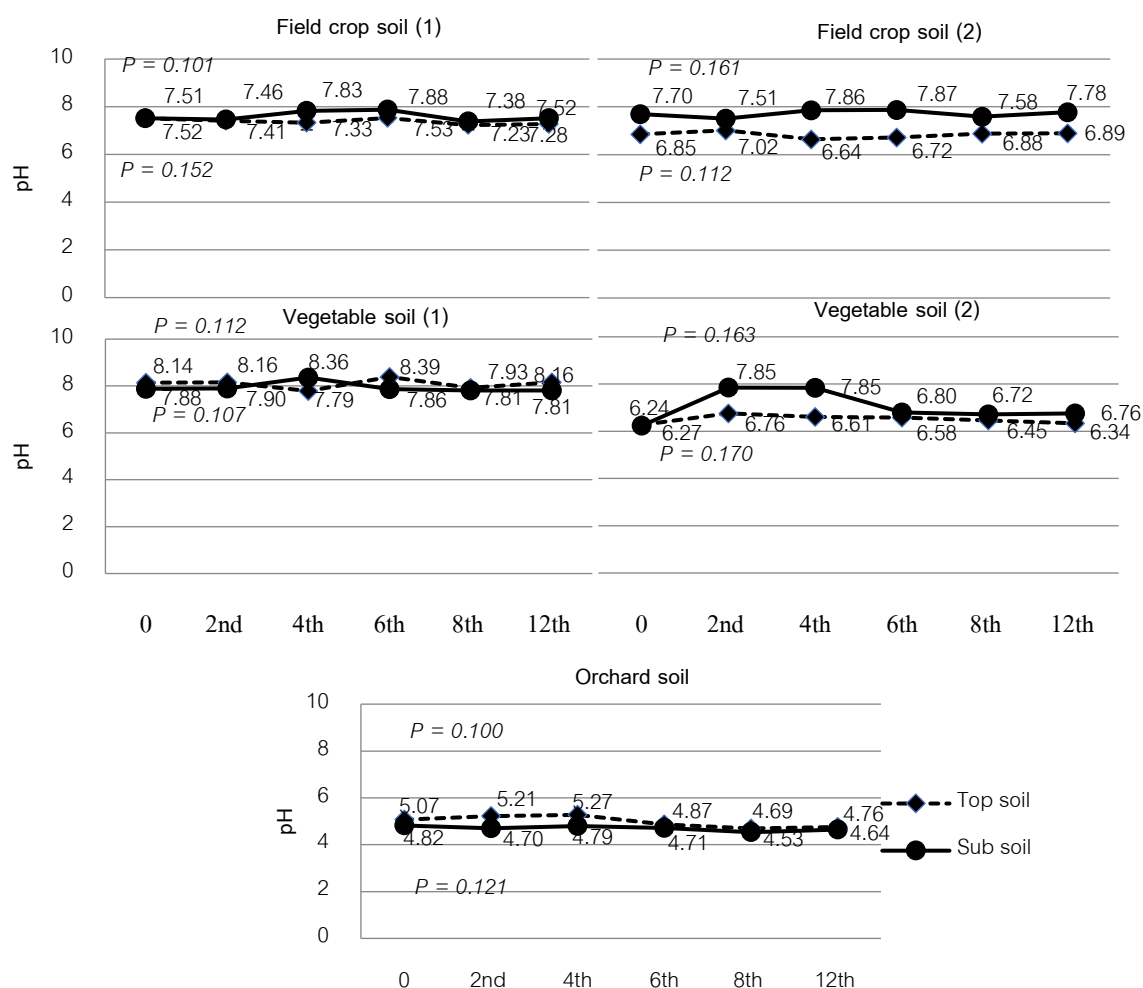


Figure 1 Changes of soil pH at 0, 2nd, 4th, 6th, 8th and 12th month. $P \leq 0.01, 0.05$ = Significant at 99 and 95% level

อินทรีย์วัตถุในดิน (Soil organic matter)

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินทั้ง 5 แปลงทดลองมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย (Figure 2) โดยมีแนวโน้มลดลงในทั้งดินบนและดินล่าง การเปลี่ยนแปลงในดินบนจะเห็นชัดเจนกว่าดินล่างโดยเฉพาะในแปลงไม้ผลมีการลดลงของอินทรีย์วัตถุอย่างแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) ในดินบนจากเริ่มต้นที่ 24.3 ก/กก. ลดลงไปที่ 13.6 ก/กก. เมื่อเวลาผ่านไป 12 เดือน โดยการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่ตั้งแต่เริ่มต้นไปจนถึงเดือนที่ 8 แต่มีการลดลงอย่างชัดเจนในเดือนที่ 12 เนื่องจากว่าในช่วงดังกล่าวเป็นฤดูฝนส่งผลให้ความชื้นในดินสูงซึ่งทำให้การย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเกิดขึ้นได้ดี ในขณะที่ดินล่างการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อย การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุในแปลงพืชไร่และพืชผักทั้ง 4 แปลงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) อาจเนื่องจากปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินที่พบมีปริมาณต่ำถึงต่ำมาก คือ 5.3-12.8 ก/กก. ในดินบน และ 3.0- 6.9 ก/กก. ในดินล่าง

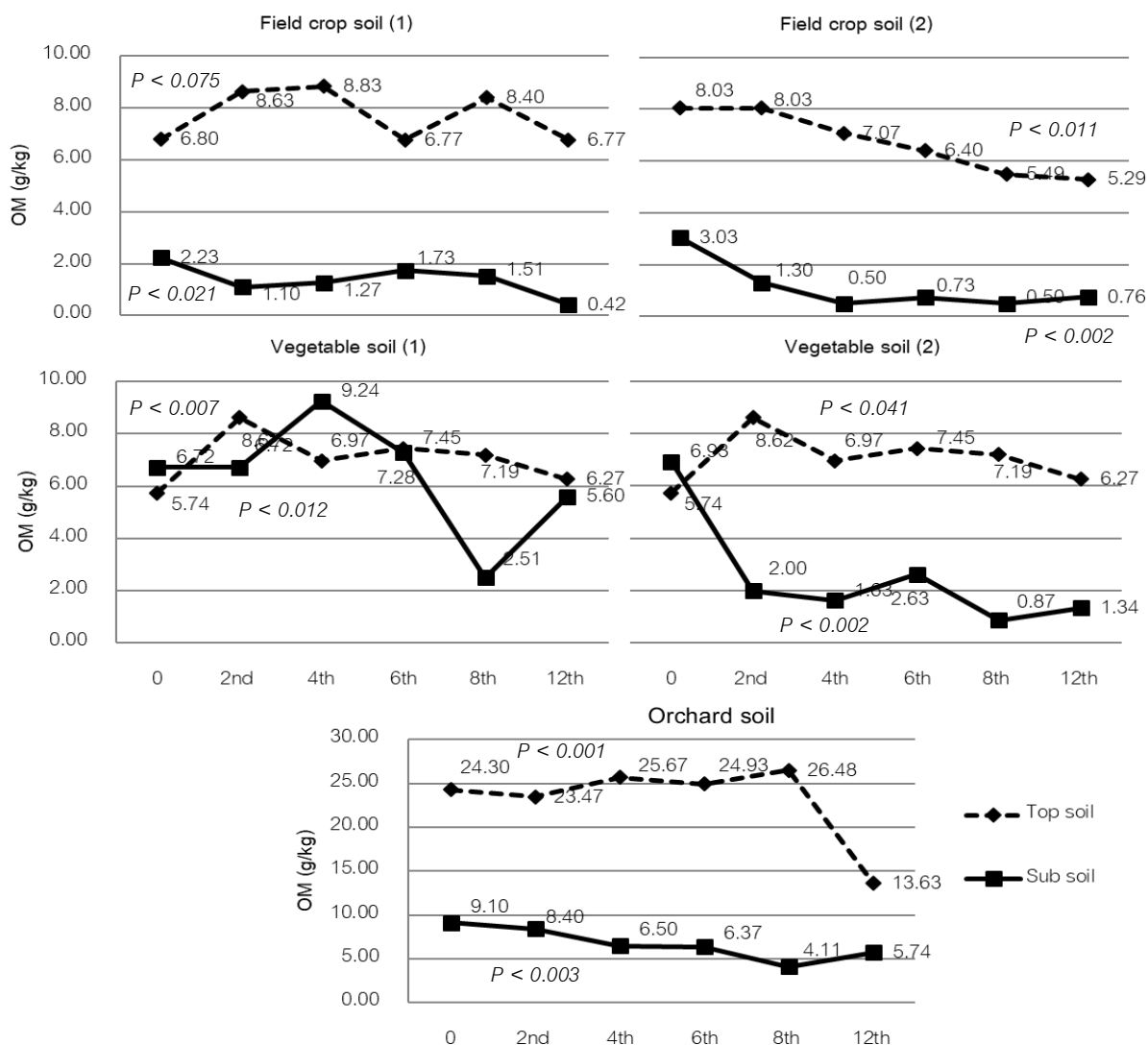


Figure 2 Changes of soil organic matter (g/kg) at 0, 2nd, 4th, 6th, 8th and 12th month. $P \leq 0.01$, 0.05 = Significant at 99 and 95% level

ฟอสฟอรัสในดิน (Soil phosphorus)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่ระยะเวลา 0 และ 12 เดือน มีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ทั้งในดินบนและดินล่าง (Figure 3) ในแปลงพืชไร่ 1 และ 2 ดินบนมีการลดลง 18.7% และ 18.5% ตามลำดับ ในขณะที่แปลงพืชผัก 1 และ 2 ลดลง 40% และ 41.4% ตามลำดับ สำหรับแปลงไม้ผลพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) อาจเป็นเพราะว่าดินในแปลงไม้ผลมีปริมาณ clay สูง (54.5%) และ pH เป็นกรดจัดซึ่งส่งผลให้ฟอสฟอรัสในดินอยู่ในรูปที่ละลายยากหรือถูกตรึงไว้ในส่วนของแร่ดินเหนียว ทำให้ฟอสฟอรัสละลายออกมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้น้อยและยังส่งผลให้การชะละลายสู่ดินล่างเกิดขึ้นได้น้อยเช่นกัน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสค่อนข้างน้อยทั้งในดินบนและดินล่าง ซึ่งแตกต่างจากการเปลี่ยนแปลงในแปลงพืชไร่ 1, 2 และพืชผัก 1, 2 ที่มีความแตกต่างค่อนข้างมากของปริมาณฟอสฟอรัสในดินบนและดินล่างเนื่องจากเป็นดินเนื้อหยาบและมี %Clay ต่ำ โดยพบว่าในแปลงทดลองพืชไร่และพืชผักมี %sand สูง ได้แก่ 33.5-51.5% ในดินบน และ 39.5-53.5% ในดินล่าง (Table 1) ทำให้เกิดการชะล้างของฟอสฟอรัส

จากดินบนมาสะสมในดินล่าง สอดคล้องกับการศึกษาของ Weaver et. al. (1988) ที่พบว่าอัตราการชะละลายของฟอสฟอรัสจะเกิดขึ้นสูงในดินทราย

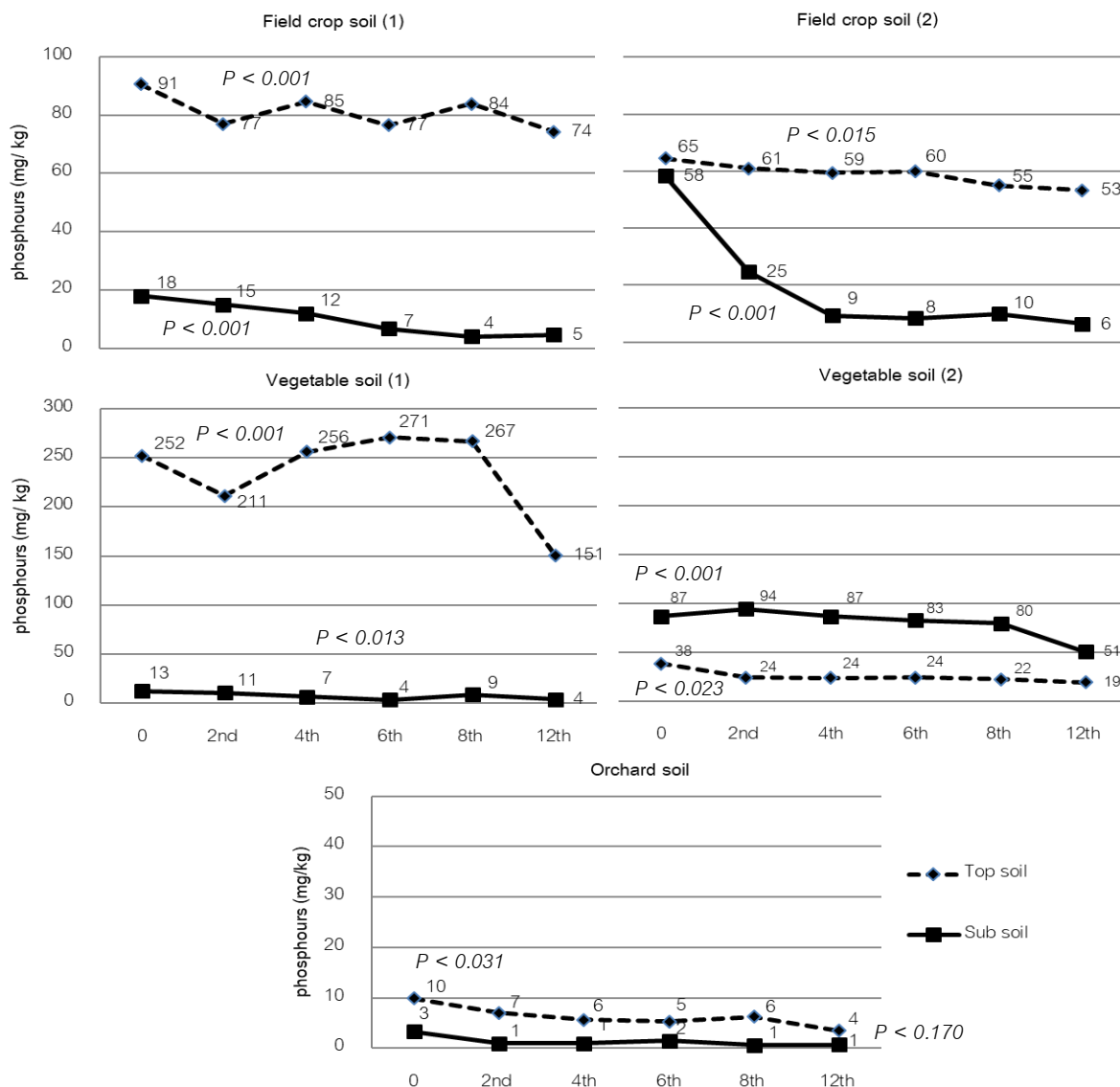


Figure 3 Changes of soil phosphorus (mg/kg) at 0, 2nd, 4th, 6th, 8th and 12th month. $P \leq 0.01, 0.05$ = Significant at 99 and 95% level

ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีการลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อเวลาผ่านไป 12 เดือน และเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้งดินบนและดินล่าง โดยในดินบนมีการลดลงอยู่ในช่วง 11.1 -63.2% พบการลดลงมากที่สุดในแปลงพืชผัก (1) ในขณะที่ดินล่างมีการลดลงอยู่ในช่วง 10.3-82.0% พบการลดลงมากที่สุดในแปลงพืชไร่ (2) ซึ่งมีปริมาณ %Clay ต่ำ ดินมีเนื้อหยาบ สอดคล้องกับหลายๆ งานวิจัยที่พบว่าไนโตรเจนเป็นธาตุที่สูญเสียจากดินไปได้ง่ายจากหลายๆกระบวนการที่เกิดขึ้นในดินเนื้อหยาบ เช่น การชะละลายไปได้ง่ายโดยน้ำในรูปของ NO_3^- ใน หรือการเกิด Immobilization โดยจุลินทรีย์ หรือการสูญเสียไปในรูปของแก๊สผ่านกระบวนการ Denitrification และ Volatilization ในขณะที่ปริมาณของแคลเซียมมีความผันแปรค่อนข้างมากเนื่องจากการใส่ปุ๋ยขาวในดินบน โดยจะ

เห็นได้ชัดว่ามีความแตกต่างระหว่างปริมาณที่พบ 0 และ 12 เดือน โดยมีปริมาณลดลงอยู่ในช่วง 74.7-90.4% ในดินบน และ 67.6-92.0% ในดินล่าง ในขณะที่ปริมาณของสังกะสีและทองแดง ในดินทั้ง 5 แปลงมีปริมาณค่อนข้างต่ำมากทั้งในดินบนและดินล่าง โดยพบปริมาณของสังกะสี 0.3-2.7 มก./กก. และทองแดง 0.3-4 มก./กก. โดยทั่วไปจะพบปริมาณของจุลธาตุเหล่านี้ผันแปรตามวัตถุต้นกำเนิดดิน ถ้าวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินปูนหรือหินดินดานหรือหินทราย อาจพบสังกะสี 20-95 มก./กก. ปริมาณทองแดงที่พบในดินครั้งนี้มีระดับต่ำมากเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินที่กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 390 มก./กก. สำหรับปริมาณของเหล็กและแมงกานีส พบว่ามีมากกว่าสังกะสีและทองแดง และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาผ่านไป 12 เดือน โดยปริมาณแมงกานีสพบมากที่สุดในดินแปลงพืชผัก 2 คือ 97 มก./กก. ในดินบน และ 49 มก./กก. ในดินล่าง และเมื่อเวลาผ่านไป 12 เดือน มีการลดลงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงอื่นๆ คือ 18.5% ในดินบน และ 24.5% ในดินล่าง โดยทั่วไปพืชต้องการแมงกานีสและเหล็กในดินที่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโต > 5 มก./กก. สำหรับปริมาณทองแดงในดินจากการทดลองครั้งนี้ยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าคุณภาพดินมาตรฐานที่กำหนดให้มี Cu ไม่เกิน 960 มก./กก. (Table 2)

Table 2 Change of soil total N, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe and Mn (mg/kg) at 0 and 12th month

	Field crop soil (1)		Field crop soil (2)		Vegetable soil (1)		Vegetable soil (2)		Orchard soil	
(mg/kg)	0	12 th	0	12 th	0	12 th	0	12 th	0	12 th
Topsoil										
Total N	800 ^a	510 ^b	600 ^a	450 ^b	760 ^a	280 ^b	1,080 ^a	960 ^b	1,800 ^a	920 ^b
Ca	720 ^a	151 ^b	360 ^a	91 ^b	1,425 ^a	278 ^b	1,307 ^a	141 ^b	530 ^a	51 ^b
Mg	73 ^a	38 ^b	51	41	85 ^a	30 ^b	94 ^a	15 ^b	70 ^a	12 ^b
Zn	1.2	0.6	2.7	2.2	1.6	1.2	2.6	1.9	0.7	0.5
Cu	1	0.9	1.8	1.7	2.8	2.7	1.8	1.6	4	1.2
Fe	37	35	48	42	97	79	25	21	74	72
Mn	16	11	15	10	12	11	97	79	74	61
Subsoil										
Total N	400 ^a	150 ^b	500 ^a	90 ^b	330 ^a	140 ^b	610 ^a	300 ^b	870	780
Ca	328 ^a	48 ^b	238 ^a	20 ^b	133 ^b	243 ^a	1,001 ^a	324 ^b	250 ^a	20 ^b
Mg	34	35	27	22	62 ^a	17 ^b	140 ^a	29 ^b	122 ^a	21 ^b
Zn	0.7	0.4	2.6	0.3	0.3	0.2	1.4	0.4	0.6	0.2
Cu	0.4	0.3	1.6	0.3	1.4	0.6	0.3	0.3	1.3	0.3
Fe	19	12	29	8	49	37	7	6	14	9
Mn	14	9	9	8	6	5	49	37	14	7

Mean within the same row followed by the same letter indicated no statistical difference using Pair Sample T-Test at $P \leq 0.05$ (significant difference at 95% level of confidence)

โพแทสเซียมในดิน (Soil potassium)

ปริมาณโพแทสเซียมในแปลงพืชไร่และพืชผักมีการลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเวลาผ่านไป 12 เดือนในดินบน แต่พบมีการสะสมของโพแทสเซียมในดินล่างเพิ่มขึ้น (Figure 4) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ยกเว้นแปลงไม้ผลที่พบว่าปริมาณโพแทสเซียมค่อนข้างคงที่ จากการศึกษาในครั้งนี้จะเห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของโพแทสเซียมเกิดขึ้นชัดเจนในดินที่มี %sand สูงซึ่งเป็นดินเนื้อหยาบ โดยปริมาณโพแทสเซียมในดินบนจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปและเกิดการสะสมในดินชั้นล่างเนื่องจากการชะละลาย (Leaching) ดังการเปลี่ยนแปลงในแปลงพืชผัก 1 ที่มีปริมาณโพแทสเซียมในดินสูงที่สุดตอนเริ่มต้น (327 มก./กก.) เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงอื่นๆ แต่

เมื่อเวลาผ่านไปพบว่าปริมาณโพแทสเซียมในดินบนลดลงอย่างชัดเจนและเกิดการสะสมในดินล่างที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น เท่ากับ 654 มก./กก. ในขณะที่แปลงไม้ผลซึ่งมี %clay สูงพบว่าการเปลี่ยนแปลงของโพแทสเซียมน้อยมากทั้งดินบนและดินล่าง

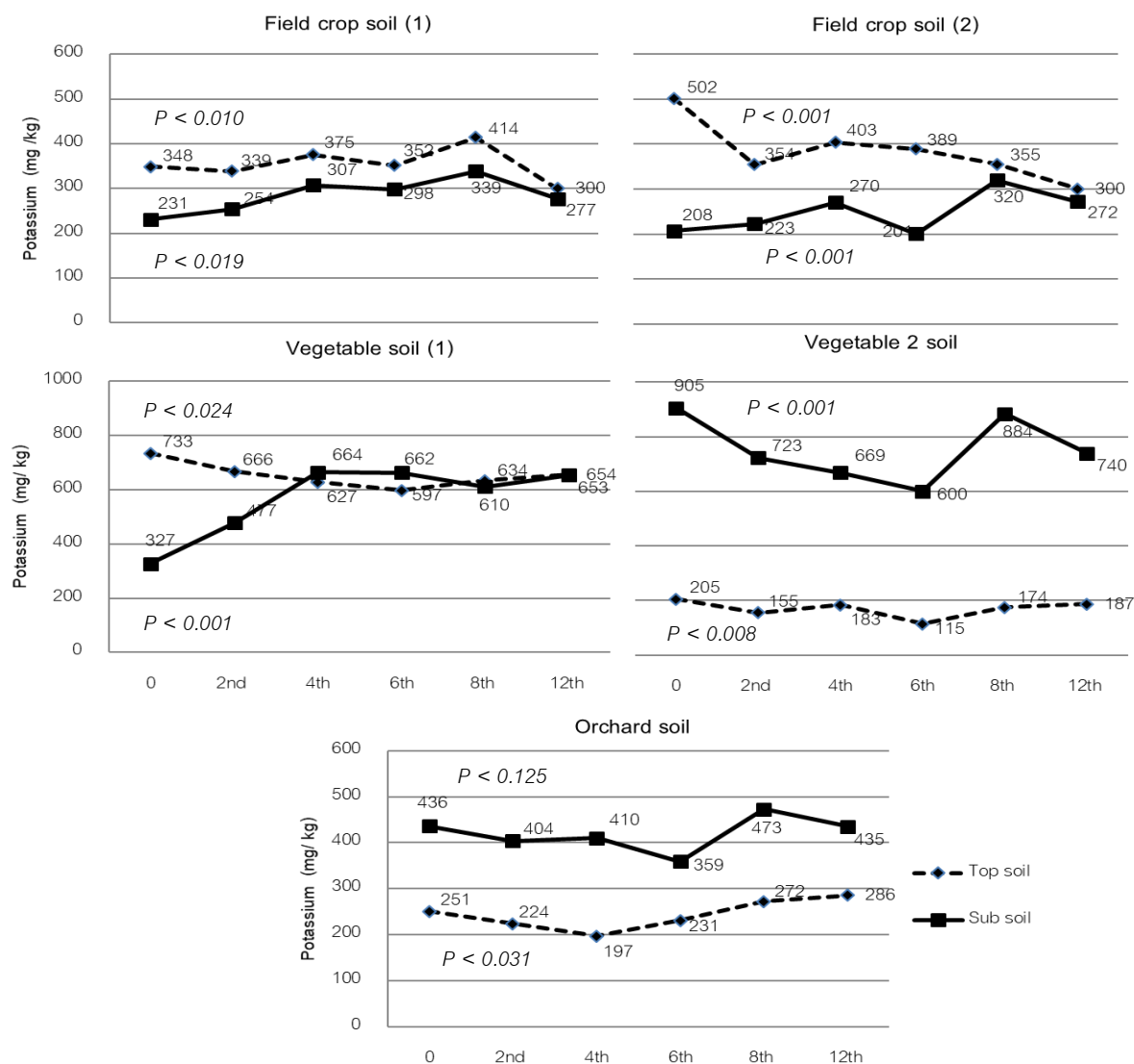


Figure 4 Changes of soil potassium (mg/kg) at 0, 2nd, 4th, 6th, 8th and 12th month. $P \leq 0.01$, 0.05 = Significant at 99 and 95% level

อิทธิพลของสมบัติดินต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดต่างของดิน (Soil pH) อินทรีย์วัตถุ (OM) และปริมาณธาตุต่างๆ หลังเวลาผ่านไป 12 เดือน

อิทธิพลของสมบัติดินต่อการเปลี่ยนแปลงของ pH ปริมาณของอินทรีย์วัตถุ และปริมาณธาตุต่างๆ หลังผ่านไป 12 เดือนสามารถประเมินได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติเบื้องต้นของดินที่ระยะ 0 วัน (Initial) กับ ที่ระยะเวลา 12 เดือน โดยเลือก Bivariate correlation (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ผลการวิเคราะห์ค่า Coefficient of correlation แสดงให้เห็นว่า %Clay ของดินที่ 0 วัน (%Clay_{initial}) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณ OM, Total N, Mn และ Fe ที่เปลี่ยนแปลงไปที่ระยะเวลา 12 เดือน ($r = 0.870^{**}$, 0.949^{**} , 0.985^{*} และ 0.740^{**} ตามลำดับ) ซึ่งจากความสัมพันธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าในดินที่มี %Clay สูงจะทำให้มีการหลงเหลืออยู่ในดิน

ของธาตุเหล่านี้สูงเช่นกัน อาจจะเป็นผลจากความสามารถในการดูดซับประจุบวกที่ผันแปรตามชนิดของแร่ดินเหนียวที่ปรากฏแตกต่างกัน ในอนุภาคขนาด Clay (Nilawonk et al., 2010) และยังสามารถต่อความสามารถในการดูดซับและป้องกันการย่อยสลายของ OM ในดิน ทำให้ OM ย่อยสลายช้าและหลงเหลืออยู่ในดินมากกว่าดินที่มี %Clay ต่ำ (Baldock and Skjemastad, 2000) ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่าง %Clay กับ Mn และ Fe ชี้ให้เห็นว่าปริมาณของ Mn และ Fe ที่หลงเหลืออยู่ น่าจะเกิดจากการสลายตัวและปลดปล่อยออกมาจากแร่ที่มีอยู่ในวัตถุต้นกำเนิดดินมากกว่าจะเกิดจากการใช้ปุ๋ยเคมี (Gerke, 1992) ในส่วนของ pH ของดินที่ 0 วัน พบว่ามีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณของ P, K, และ Ca ($r = 0.788^{**}$, 0.629^{*} และ 0.738^{**} ตามลำดับ) แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับ Total N, Mn, และ Fe ($r = -0.921^{**}$, -0.910^{**} , -0.875^{**} ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าปริมาณ P K และ Ca จะละลายได้มากและสูญเสียจากดินได้ง่ายเมื่อ pH เพิ่มขึ้น (pH > 6.5) (Curtin et. al., 1998) ในขณะที่ Mn และ Fe จะละลายออกมาในสารละลายดินได้สูงขึ้นเมื่อ pH ของดินลดลง (Lindsay and Pchwab, 1982) และจากการศึกษาของ Nilawonk et al. (2010) ชี้ให้เห็นว่าในดินที่มี %Clay สูงจะมีแร่ดินเหนียวที่สามารถดูดซับและตรึง K ไว้ในดินได้มากกว่าดินที่มี %Clay น้อยกว่า ได้แก่ กลุ่มแร่ Smectite ที่ทำให้ดินสามารถดูดซับ K ไว้ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชลดการสูญเสียไปโดยการชะละลาย ทำให้มี K ในดินสูงที่มีส่วนสัมพันธ์กับ %Clay และเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Linear multiple regression) จะได้สมการในการคาดคะเนส่วนที่หลงเหลืออยู่ในดินเมื่อเวลาผ่านไป 12 เดือน (Table 3) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณที่พบตอนเริ่มต้นและ % Clay ของดิน ($P < 0.01$)

Table 3 The equations presented the relationship between residual (12th month) and some soil properties at initial

Residual at 12 th month	Equations	Adjusted R ²
OM (g/kg)	= $1.209 - 0.100(OM) + 0.018(\%Clay_{initial}) - 0.093(pH)$	0.718 ^{**}
Total N (mg/kg)	= $-0.39 + 0.579(N_{initial}) + 0.059(OM_{initial})$	0.924 ^{**}
P (mg/kg)	= $-13.281 + 0.241(Clay) + 1.055(P_{initial})$	0.943 ^{**}
K (mg/kg)	= $-74.272 + 2.066(Clay) + 0.888(K_{initial})$	0.736 ^{**}
Ca (mg/kg)	= $84.666 - 1.586(Clay) + 0.117(Ca_{initial})$	0.580 ^{**}
Mn (mg/kg)	= $-1.580 + 1.48(Clay) + 0.747 (Mn_{initial})$	0.995 ^{**}
Fe (mg/kg)	= $4.325 + 0.265(Clay) + 0.707(Fe_{initial})$	0.976 ^{**}
Zn (mg/kg)	= $0.242 + 0.04(Clay) + 0.529(Zn_{initial})$	0.825 ^{**}

สรุป

สมบัติของดินมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันออกไปในช่วงระยะปรับเปลี่ยน 12 เดือน ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง (pH) และปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากทั้งดินบนและดินล่าง โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) แมงกานีส (Mn) เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) และ สังกะสี (Zn) มีปริมาณลดลง ซึ่งสมบัติของดินที่สำคัญที่มีผลต่อการลดลงของธาตุต่างๆ ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง (pH) และปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว (%Clay) ของดินในแต่ละแปลง และสามารถนำสมบัติดินดังกล่าวมาใช้เพื่อประเมินปริมาณธาตุต่างๆที่หลงเหลืออยู่ในดินในช่วงระยะการปรับเปลี่ยน 12 เดือนได้

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นได้ว่าในดินที่มีเนื้อละเอียดหรือปริมาณอนุภาคดินเหนียวสูง จะทำให้มีการสะสมของธาตุต่างๆเป็นระยะเวลานานและถูกชะล้างให้สูญหายไปจากดินบนได้ยากกว่าดินเนื้อหยาบหรือดินที่มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวต่ำ เนื่องจาก

ความสามารถในการดูดซับประจุบวก (Cation exchangeable capacity) ของแร่ดินเหนียวชนิดต่างๆ โดยเฉพาะแร่ดินเหนียวชนิด 2:1 เช่น กลุ่มแรมเมกไทต์ (Smectite) และไพโรฟิลไลต์ (Pyrophyllite) ที่พบอยู่ในอนุภาคขนาดดินเหนียว ดังนั้นการกำหนดระยะเวลาการปรับเปลี่ยนควรมีการพิจารณาถึงสมบัติของดินและปริมาณของธาตุต่างๆในดินในระยะเริ่มต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณของธาตุต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากในดินที่มี %Clay สูงในระยะการปรับเปลี่ยน ในขณะที่ดินเนื้อหยาบพบว่าการลดลงในดินบนและเคลื่อนที่ลงไประสมในดินล่างเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ดังนั้นการจัดหรือลดปริมาณธาตุต่างๆ ที่สะสมอยู่ในดินที่มีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวสูงควรหาวิธีที่เหมาะสม ที่สามารถเคลื่อนย้ายและลดปริมาณธาตุต่างๆ เหล่านี้ออกไปจากดินให้อยู่ในระดับความเข้มข้นที่ไม่ส่งผลกระทบต่อมาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์ ภายใต้ข้อกำหนดของระยะเวลา เช่น วิธีพืชมักมอดซึ่งเป็นการปลูกพืชที่มีความสามารถในการดูดซับธาตุต่างๆ จากดินมาสะสมไว้ในลำต้น แล้วทำการเคลื่อนย้ายหรือกำจัดออกจากพื้นที่เพื่อลดปริมาณของธาตุต่างๆ เหล่านี้ในดินซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาการปรับเปลี่ยน และทำให้ปริมาณธาตุต่างๆในดินอยู่ในระดับมาตรฐานที่สามารถผลิตพืชอินทรีย์ได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2555. ความรู้อุตุนิยมวิทยา. แหล่งข้อมูล: <http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=22>. ค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2555.
- นางลักษณ์ ประณะพงษ์ และวิภา นิลงค์. 2557. การปลดปล่อยธาตุอาหารพืชในดินที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ. รายงานผลการวิจัย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ม.แม่โจ้.
- พัชรี อีร์จินดาจกร. 2550. การวิเคราะห์ดินทางเคมี. ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มกท.). 2555. มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (Organic standard). สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มกท.) จ.นนทบุรี.
- วิภา นิลงค์. 2556. ศักยภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินท้องถิ่นไทย ที่ผลิตจากขยะอินทรีย์ต่อระบบการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. รายงานผลการวิจัย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ม.แม่โจ้.
- วิภา นิลงค์. 2557. ศักยภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินท้องถิ่นไทย ที่ผลิตจากขยะอินทรีย์ต่อระบบการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. รายงานผลการวิจัย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ม.แม่โจ้.
- Baldock, J.A., and J.O. Skjemstad. 2000. Role of the soil matrix and minerals in protecting natural organic materials against biological attack. *Organic Geochemistry*. 31: 697-710.
- Barrow, N.J. 1974. A mechanistic model for describing the sorption and desorption of phosphate by soil. *Journal Soil Science*. 34: 733-750.
- Curtin, D., C.A. Campbell, and A. Jalil. 1998. Effects of acidity on mineralization: pH-dependence of organic matter mineralization in weakly acidic soils. *Soil Biology Biochemistry*. 30: 57-64.
- Czarnecki, S. and R.A. Duering. 2015. Influence of long-term mineral fertilization on metal contents and properties of soil samples taken from different location in Hesse, Germany. *Soil*. 1: 23-33.
- Gerke, J. 1992. Orthophosphate and organic phosphate in the soil solution of four sandy soils in relation to pH. Evidence for humic-Fe(Al)-phosphate complexes. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. 23: 601-612.
- Hussain, M. Z., G.P. Robertson, B. Basso, and S. K. Hamilton. 2020. Leaching losses of dissolved organic carbon and nitrogen from agricultural soils in the upper US Midwest. *Science of the Total Environment*. 734: 1-10.
- Lindsay, W.L., and A.P. Schwab. 1982. The chemistry of iron in soils and its availability to plants. *Journal of Plant Nutrition*. 5: 821-840.

- Li, y., G. Feng, H. Tewolde, M. Yang, and F. Zhang. 2020. Soil, biochar, and nitrogen loss to runoff from loess soil amended with biochar under simulated rainfall. *Journal of Hydrology*. 591: 1-10.
- Nilawonk, W., T. Attanandana, A. Phonpherm, X Shuai, and Y. Russell, 2007. Potassium release in representative maize-producing soils of Thailand. *Soil Science Society of America Journal*. 72: 791-797.
- Nilawonk, W., T. Attanandana, and Y. Russell, 2010. Determining plant- available potassium in representative maize soils of Thailand. ASA, CSSA, and SSSA 2010 International annual meeting, Oct.31- Nov.4, Long Beach, CA.
- Ramos, M. C., I. Lizaga, L. Gaspar, L. Quijano, and A. Navas. 2019. Effects of rainfall intensity and slope on sediment, nitrogen, and phosphorous losses in soils with different use and soil hydrological properties. *Agricultural Water Management*. 226: 1-11.
- Sanchez, C.A. 2007. Phosphorus. In: *Handbook of Plant Nutrition*, ed. A.V. Barker, D. J. Pillbeam, pp. 51-90. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Weaver, D.M., G.S.P. Ritchie, G.C. Anderson, and D.M. Deeley. 1988. Phosphorus leaching in sandy soils. Short-term effects of fertilizer applications and environmental conditions. *Australian journal of soil research*. 26: 177-190.