Journal of Agri. Research & Extension 38(2): 25-35

ผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีดินบางประการในชุดดินสระบุรี
Effect of Soil Amendments on some Soil Chemical Properties in Saraburi Soil Series

จีราภรณ์ อินทสาร[1*] ฉัตรปวีณ์ เดชจิรรัตนสิริ[1] ประวิทย์ บุญมี[2] และกมลลักษณ์ แก้วปรีดาภรณ์[1]

Jiraporn Inthasan[1*], Chatprawee Dechjiraratthanasiri[1], Pravit Boonmee[2] and Kamonluck Kaewpreedaporn[1]

[1]สาขาวิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

[2]ศูนย์พัฒนาพันธุ์พืชจักรพันธ์เพ็ญศิริ เชียงราย 57130

[1]Division of Soil Resources and Environment, Faculty of Agricultural Production, Maejo University Chiang Mai, Thailand 50290

[2]Prince Chakraband Pensiri Center for Plant Development, Chiang Rai, Thailand 57130

*Corresponding: inthasan@mju.ac.th

Received: *February 05, 2020*
Revised: *April 27, 2020*
Accepted: *May 28, 2020*

Abstract

Studying the effect of soil amendments on soil chemical properties in Saraburi soil series was collected under tillage farm of CKP, Saraburi province from March to August 2019. All soil samples were incubated with organic and inorganic amendments by using completely randomized design (CRD) with 6 treatments, 3 replications as followed: 1) control 2) ground coffee 3) pulp coffee 4) filter cake 5) pumice sulfate and 6) powder sulfur. The result showed that organic amendments had more influence on some soil chemical properties than inorganic amendments. Especially, coffee ground could reduce the level of soil pH from 7.73 to 7.01 in 12 weeks after incubation ($p<0.01$) and provided the highest percent of organic matter at 4.4%. In addition, filter cake caused the highest extractable P and Ca after incubation at 22 mgP/kg and 9,997 mgCa/kg, respectively. Clearly, pulp coffee gave the higher extractable K comparing with soil before incubation at 1,652 mgK/kg and ground coffee could increase the extractable Mg to 1,078 mgMg/kg, Moreover, incubated soil by filter cake showed the highest amount of extractable trace elements such as Fe, Mn, Cu and Zn. Furthermore, using coffee ground as soil amendment could inform for improving soil pH and increasing plant nutrition more than other amendments.

Keywords: soil amendments, soil properties, soil pH, calculus soil, incubation

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของวัสดุปรับปรุงดินต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีดินบางประการในชุดดินสระบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลงไถพรวนของศูนย์พัฒนาพันธุ์พืชจักรพันธ์เพ็ญศิริ จังหวัดสระบุรี ตั้งแต่เดือนมีนาคม–สิงหาคม พ.ศ. 2562 ทำการบ่มดินด้วยวัสดุปรับปรุงดินทั้งวัสดุอินทรีย์และวัสดุอนินทรีย์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 6 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้ 1) ควบคุม 2) กากกาแฟ 3) เปลือกเชอร์รี่กาแฟ 4) กากตะกอนอ้อย 5) ภูไมท์ซัลเฟต และ 6) ผงกำมะถัน ผลการศึกษาพบว่าการใช้วัสดุปรับปรุงดินในรูปของวัสดุอินทรีย์ตอบสนองต่อคุณสมบัติทางเคมีดินบางประการมากกว่าวัสดุอนินทรีย์โดยเฉพาะกากกาแฟทำให้มีค่าความเป็นกรดด่างลดลงมากที่สุด คือ 7.01 จากเดิม 7.73 หลังจากทำการทดลองในระยะเวลา 12 สัปดาห์ ($p<0.01$) และทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินจากการใส่กากกาแฟสูงที่สุด คือ 4.4% ส่วนตำรับกากตะกอนอ้อยทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสและแคลเซียมที่สกัดได้ในดินสูงที่สุดหลังการบ่ม (22 มก./กก. และ 9,997 มก./กก.) ตามลำดับ การใช้เปลือกเชอร์รี่กาแฟส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับดินก่อนการทดลอง คือ 1,652 มก./กก. การใช้กากกาแฟพบปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดินสูงที่สุด คือ 1,078 มก./กก. การบ่มดินด้วยกากตะกอนอ้อยทำให้ปริมาณธาตุอาหารเสริมที่สกัดได้มีปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีสูงที่สุด โดยการใช้กากกาแฟซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้สามารถนำมาปรับปรุงค่าความเป็นกรด-ด่าง และเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดินได้มากกว่าวัสดุปรับปรุงดินชนิดอื่น

คำสำคัญ: วัสดุปรับปรุงดิน สมบัติของดิน ค่าความเป็นกรด–ด่าง ดินเนื้อปูน การบ่มดิน

คำนำ

ชุดดินสระบุรีเป็นหนึ่งในชุดดินเนื้อปูนที่พบในประเทศไทย ในปัจจุบันพบว่ามีการแพร่กระจายของดินเนื้อปูนเพิ่มขึ้นทุกๆ ปี เนื่องจากประเทศไทยจัดอยู่ในภูมิอากาศเขตร้อน ชุดดินที่พบว่ามีลักษณะเป็นดินด่างนอกจากชุดดินสระบุรีแล้วยังรวมไปถึงชุดดินลพบุรี ชุดดินบ้านหมี่อีกด้วย โดยส่วนมากจะพบอยู่ในพื้นที่จังหวัดสระบุรี ลพบุรี และนครสวรรค์ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีค่อนข้างต่ำประกอบกับมีภูมิอากาศที่แห้งแล้งยาวนานกว่าที่อื่น (Staff of Soil Science Department, 2005) ปัญหาทางด้านการเกษตรของดินด่างนั้นมีสาเหตุหลักจากกรณีที่ดินด่างเกิดจากการที่มีปริมาณการสะสมของปูนที่มาจากวัตถุต้นกำเนิดหลายชนิด เช่น หินปูน หินปูนมาร์ล การสะสมเม็ดปูนในชั้นดิน ซึ่งองค์ประกอบในดินด่างจะมีแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ในปริมาณเล็กน้อยหรือสูงถึง 95% (Marschner, 1995; Land Development Department, 2013) การที่มีปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตที่สูงจะมีผลกระทบต่อความสัมพันธ์ของน้ำในดิน และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร ส่งผลไปสู่การใช้ประโยชน์ที่ดินในการผลิตพืชอีกด้วย (Elgabaly, 1973) โดยทั่วไปแล้วดินด่างจะมีผลต่อความสามารถของการกักเก็บน้ำในดิน (Water holding capacity) ความสามารถในการซาบซึมน้ำของดินสูง (High infiltration rate) โครงสร้างดินต่ำ ปริมาณอินทรียวัตถุน้อย มีความเป็นกรด–ด่างสูง ส่งผลกระทบให้ดินขาดธาตุอาหารหลักโดยเฉพาะฟอสฟอรัสและไนโตรเจน ซึ่งเป็นผลมาจากการตกตะกอนที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุแคลเซียมในดินด่างกับฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ (Inthasan, 2014) ขณะที่การละลายของธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมบางตัวอาจขาดหรือละลายออกมามากจนเป็นพิษ เช่น กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส แมกนีเซียม โบรอน โมลิบดินั่ม

(El-Hady and Abo-Sedera, 2006) สำหรับพื้นที่ดินด่างในบริเวณจังหวัดสระบุรีและลพบุรีนั้น มักจะมีการเพาะปลูกเศรษฐกิจกลุ่มพืชไร่ เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พืชตระกูลถั่ว หรืออ้อยเป็นหลัก ซึ่งมักจะพบปัญหาของการขาดธาตุฟอสฟอรัส สังกะสี และเหล็ก (Takrattanasaran *et al.,* 2013; Chittamart *et al.,* 2016)

ในการแก้ไขปัญหาดินด่างเพื่อทำให้เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืชอาจทำได้โดยการใช้วัสดุปรับปรุงดินควบคู่กับการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสม เพื่อทำให้สมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของดินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการผลิตพืช เช่น การปรับปรุงค่าความเป็นกรด–ด่าง หรือการทำให้ระดับธาตุอาหารของพืชอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์มากขึ้น ปัจจุบันมีการใช้วัสดุอินทรีย์และวัสดุอนินทรีย์หลายชนิดในการปรับปรุงดินเพื่อให้เหมาะสมกับการเพาะปลูก เช่น ปุ๋ยหมักและมูลสัตว์ชนิดต่างๆ กับพืชตระกูลสลัด รวมทั้งการใช้ไบโอชาร์ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และอ้อย (Gronthal, 1999; Cooperband, 2002; Duangpatra, 2010; Bouajila and Sanaa, 2011) แนวคิดในการศึกษาครั้งนี้จึงให้ความสำคัญกับการคัดเลือกวัสดุปรับปรุงดินที่สามารถหาได้ง่ายในประเทศและเป็นวัสดุที่เหลือทิ้งทั้งจากภาคการผลิตอาหารและอุตสาหกรรม เช่น กากกาแฟที่ผ่านการชงด้วยเครื่องชงกาแฟทั่วไป เปลือกเชอร์รี่กาแฟที่เหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปกาแฟ และกากตะกอนอ้อยที่เหลือทิ้งจากโรงงานน้ำตาล เพื่อนำมาศึกษาการปรับปรุงค่าความเป็นกรด–ด่างในดิน และปริมาณธาตุอาหารที่ปลดปล่อยออกมาหลังจากที่ใช้วัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาวัสดุปรับปรุงดินต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีดินบางประการในชุดดินสระบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงของทดลอง ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาพันธุ์พืชจักรพันธ์เพ็ญศิริ จังหวัดสระบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่างดินรวม (Composite sampling) จำนวน 20 จุด จากนั้นนำตัวอย่างดินมารวมกัน เพื่อทำการบ่มดินด้วยวัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ ณ อาคารปฏิบัติการและฝึกอบรมทางดินและปุ๋ยชั้นสูง มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตั้งแต่เดือนมีนาคม–สิงหาคม พ.ศ. 2562

การทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุปรับปรุงดินในการลดความเป็นกรดด่างในดินของชุดดินสระบุรี

การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วยสิ่งที่ทดลอง 6 ตำรับ ดังนี้ 1) ควบคุม 2) กากกาแฟ อัตรา 50 กก./ไร่ 3) เปลือกกาแฟ อัตรา 50 กก./ไร่ 4) กากตะกอนอ้อย อัตรา 50 กก./ไร่ 5) ภูไมท์ซัลเฟต อัตรา 50 กก./ไร่ และ 6) ผงกำมะถัน อัตรา 50 กก./ไร่ และปรับระดับความชื้นของดินในการบ่มให้อยู่ในระดับความชื้นความจุสนาม โดยวัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ มีปริมาณธาตุอาหารดัง Table 1

Table 1 The nutrient contents of soil amendments

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
			(%)				(mg/kg)		
Coffee ground	2.13	0.12	2.33	1.39	0.85	87	29	16.1	10.4
Coffee pulp	1.87	0.19	2.74	1.83	0.65	78	71	13.5	6.0
Filter cake	0.46	0.45	0.85	0.71	0.28	4,291	1,861	741	110
Pumice sulfate	ND	0.04	0.60	15.12	1.85	191	13	0.2	10.0
Powder sulfur	0.51	0.00	0.41	1.53	0.51	1,379	32	7.0	12.4

*ND=not detected

การเก็บตัวอย่างดินและการวิเคราะห์ดินทางเคมี

ทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลงที่ไถพรวน ระดับความลึก 0-30 ซม. โดยเก็บตัวอย่างดินแบบรวม (Composite sample) จากนั้นนำตัวอย่างดินมาทำให้แห้งโดยตากไว้ในที่ร่ม (Air-dried) และนำไปบด ผ่านตะแกรงร่อนดินขนาด 0.5 และ 2.0 มล. เพื่อนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมีของดินบางประการ โดยตรวจวัดความเป็นกรดด่างก่อนทำการทดลอง และทุกๆ 2 สัปดาห์ หลังจากทำการทดลองตลอด 3 เดือน โดยใช้ดิน 10 กรัมต่อน้ำกลั่น 10 มล. (1:1) นำไปวัดค่าความเป็นกรด–ด่างโดยใช้เครื่องมือ pH-meter (Wayne, 1980) หาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Soil organic matter) โดยนำมาวิเคราะห์โดยวิธี Walkley and Black (1947) หาปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (Extractable phosphorous) โดยวิธี Bray II ตามหลักวิธีการของ Watanabe and Olsen (1962) หาปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ (Extractable potassium, calcium, magnesium) โดยนำไปสกัดด้วย NH_4OAc pH 7.0 (Wayne, 1980) และหาปริมาณเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงที่สกัดได้ด้วยน้ำยาสกัด DTPA (Diethylene Triamine Penta Acetic acid)(Wayne, 1980) แล้วนำไปอ่านค่าด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Aanalysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Desig; CRD) เมื่อพบความแตกต่างกันในทางสถิติจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธีจัดกลุ่มของสิ่งทดลอง (Least Significant Difference; LSD)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

สมบัติทางเคมีของดินก่อนทำการทดลอง

สมบัติทางเคมีของดินก่อนทำการทดลองพบว่าดินตัวอย่างมีค่าความเป็นกรด–ด่างเท่ากับ 7.73 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าเท่ากับ 4.13% ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่สกัดได้ในดินตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 17, 260, 10,401 และ 804 มก./กก. ตามลำดับ ส่วนปริมาณธาตุอาหารเสริมในดินก่อนทำการทดลองพบว่า มีปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีที่สกัดได้ในดินมีค่าเท่ากับ 56, 17, 12 และ 3.0 มก./กก. ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Soil chemical properties before incubation

	pH	OM	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	(1:1)	(%)	(mg/kg)							
Soil samples	7.73	4.13	17	260	10,401	804	56	17	12	3.0

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด–ด่างในดินหลังการบ่มดินด้วยวัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ

ค่าความเป็นกรด–ด่างในดินหลังจากได้ทำการบ่มดินกับวัสดุปรับปรุงดินชนิดต่างๆ ในระยะเวลา 2 สัปดาห์หลังการบ่มดิน พบว่ากากกาแฟทำให้ค่าความเป็นกรด–ด่างลดลงต่ำที่สุด คือ 6.97 ($p<0.01$) ขณะที่ตำรับควบคุมมีความความเป็นกรด–ด่างสูงที่สุด คือ 7.58 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการบ่มดินด้วยเปลือกกาแฟ ภูไมท์ซัลเฟต ผงกำมะถัน และกากตะกอนอ้อย ในระยะเวลา 4 สัปดาห์หลังการบ่มดิน กากกาแฟยังคงทำให้ค่าความเป็นกรด–ด่างต่ำที่สุด คือ 6.90 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการบ่มดินด้วยเปลือกกาแฟ ภูไมท์ซัลเฟต ผงกำมะถัน และกากตะกอนอ้อย ($p<0.01$) สอดคล้องกับการทดลองของ Kumlung *et al.* (2012) ทดสอบการใช้น้ำหมักกากกาแฟในดินเนื้อปูนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวา โดยค่าความเป็นกรด–ด่างจะลดลงในช่วงแรกและช่วงหลังจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทุกตำรับมีการปรับลดค่าความเป็นกรด–ด่างทุกตำรับ

ภายหลังการบ่มดิน 6 สัปดาห์ พบว่าตำรับควบคุมและกากตะกอนอ้อยทำให้ความเป็นกรด–ด่างสูงที่สุด คือ 7.58 รองลงมา คือ ตำรับผงกำมะถันมีค่าความเป็นกรด–ด่างเท่ากับ 7.34 แต่ไม่มีความแตกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการบ่มดินด้วยเปลือกกาแฟและภูไมท์ซัลเฟต ซึ่งในระยะ 6 สัปดาห์นี้การบ่มดินด้วยกากกาแฟมีความเป็นกรด–ด่างต่ำที่สุด คือ 7.16 ($p<0.01$) สำหรับในระยะเวลา 8 สัปดาห์หลังการบ่มดิน กากตะกอนอ้อยกลับทำให้มีค่าความเป็นกรด–ด่างสูงที่สุด คือ 7.55 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับควบคุมและภูไมท์ซัลเฟต ส่วนการบ่มดินด้วยกากกาแฟยังคงทำให้ความเป็นกรด–ด่างต่ำที่สุด คือ 7.06 ($p<0.01$)

ในสัปดาห์ที่ 10 หลังบ่มดินนั้นตำรับควบคุมมีค่าความเป็นกรด–ด่างสูงที่สุด คือ 7.51 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกากตะกอนอ้อย ส่วนกากกาแฟยังคงส่งผลให้ความเป็นกรด–ด่างต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับอื่นๆ คือ 7.06 ($p<0.01$) ในสัปดาห์ที่ 12 หลังการบ่มดินพบว่า ตำรับควบคุมมีค่าความเป็นกรด–ด่างสูงที่สุด คือ 7.61 แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับภูไมท์ซัลเฟต ผงกำมะถัน และกากตะกอนอ้อย ($p<0.01$) ส่วนกากกาแฟทำให้มีความเป็นกรด–ด่างต่ำที่สุด คือ 7.01 (Table 3) ซึ่งการทดลองในครั้งนี้พบว่ามีความแตกต่างกับงานทดลองของ Kasongo *et al.* (2011) ที่นำเอาส่วนเปลือกเชอร์รี่ของกาแฟ (Coffee pulp) และเปลือกหุ้มเมล็ดกาแฟ (Coffee husk) มาผสมกันก่อนนำมาปรับปรุงดินทรายด้วยการบ่มดินที่อัตราต่างกันตั้งแต่ 5-20 ตัน/เฮกตาร์ ของดินในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้นเป็นเวลา 24 เดือน พบว่าค่าความเป็นกรด–ด่างเพิ่มสูงขึ้นจาก 5.5 เป็น 6.2 หลังการบ่มดินในระยะเวลา 3 เดือน และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในเดือนที่ 12 แล้วลดลงเมื่อบ่มดินครบ 24 เดือน ทั้งนี้อาจเป็นชุดดินที่มีความแตกต่างกัน

งานทดลองครั้งนี้ ทำการบ่มดินกับดินด่างที่มีค่าความเป็นกรด–ด่างเริ่มต้นที่ 7.73 ทำให้หลังจากการบ่มดินกับเปลือกเชอร์รี่กาแฟและกากกาแฟ ในการทดลองนี้สามารถทำให้ค่าความเป็นกรด–ด่างในดินปรับค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะค่าความเป็นกรด–ด่างส่วนมากมีความเป็นกรดสูง คือ 5.48 (Hardgrove and

Livesley, 2016) จึงลดความเป็นกรด–ด่างในดินเนื้อปูนได้ดีกว่าวัสดุปรับปรุงดินชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ตามการใช้วัสดุอินทรีย์ในการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับงานของ Chooaiem *et al.* (2018) ที่ทดสอบผลของวัสดุกำมะถันต่อสภาพการละลายจุลธาตุอาหารพืชในดินเนื้อปูน และการสะสมจุลธาตุอาหารพืชในข้าว การใช้วัสดุกำมะถันไม่มีผลต่อการลดค่าความเป็นกรด–ด่างในดินอย่างชัดเจน โดยพบว่าการใช้กรดกำมะถัน (H_2SO_4) ทำให้ค่าความเป็นกรด–ด่างในดินลดต่ำกว่าในตำรับควบคุมในช่วงแรกของการทดลอง และต่ำกว่าในตำรับควบคุมเล็กน้อยในวันที่ 120 ส่วนการใช้กำมะถันผง (S) พบว่ามีค่าความเป็นกรด–ด่างในดินต่ำกว่าในตำรับควบคุม เฉพาะในช่วงวันที่ 15-30 ของการทดลองเท่านั้น อย่างไรก็ตามพบว่าการใช้กากตะกอนอ้อย ผงกำมะถัน และภูไมท์ซัลเฟต เพื่อลดระดับค่าความเป็นกรด–ด่างในระยะเวลา 12 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก อาจเป็นเพราะปริมาณที่ใช้ยังไม่สูงพอและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในดินด่างจะเป็นไปค่อนข้างช้า (Kalbas *et al.,* 1988; Modaihsh *et al.,* 1989; Nekir *et al.,* 2019)

Table 3 Soil reaction (pH) after incubation with organic and inorganic amendments at various weeks

Treatment	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks	10 weeks	12 weeks
Control	7.58^{a}	7.52^{a}	7.54^{a}	7.50^{ab}	7.51^{a}	7.61^{a}
Coffee ground	6.97^{b}	6.90^{b}	7.16^{c}	7.06^{c}	7.06^{c}	7.01^{c}
Coffee pulp	7.55^{a}	7.48^{ab}	7.39^{b}	7.36^{b}	7.33^{b}	7.26^{b}
Filter cake	7.50^{a}	7.42^{ab}	7.54^{a}	7.55^{a}	7.46^{ab}	7.54^{a}
Pumice sulfate	7.49^{a}	7.29^{ab}	7.39^{b}	7.41^{ab}	7.35^{b}	7.47^{a}
Powder sulfur	7.48^{a}	7.27^{b}	7.34^{b}	7.34^{b}	7.34^{b}	7.48^{a}
Grand Mean	7.43	7.31	7.39	7.37	7.34	7.40
C.V. (%)	1.28	1.37	0.77	1.07	0.82	0.92
F-test	**	**	**	**	**	**

Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD **=0.01.

สมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังการบ่มดิน

สมบัติทางเคมีของดินบางประการหลังจากทำการบ่มดินด้วยวัสดุอินทรีย์และวัสดุอนินทรีย์ในระยะเวลา 3 เดือน พบว่ากากกาแฟทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงที่สุด คือ 4.4% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดินหลังการทดลองพบว่า การบ่มดินด้วยกากตะกอนอ้อยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดินสูงที่สุดอยู่ที่ 22 มก./กก. และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งเป็นผลมาจากองค์ประกอบของกากตะกอนอ้อยที่มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงถึง 0.45% ทั้งนี้พบว่าการบ่มดินด้วยวัสดุต่างๆ ในดินด่างนั้นไม่ส่งผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากนักทั้งนี้อาจเกิดจากความสามารถในการละลายฟอสฟอรัสต่ำ และพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Zhang *et al.,* 2014) ส่วนตำรับควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุดโดยมีค่าอยู่ที่ 12 มก./กก. ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินตำรับที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้มากที่สุด คือ ตำรับเปลือกกาแฟ โดยมีค่าอยู่ที่ 1,652 มก./กก. ($p<0.01$) ซึ่งปริมาณโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากองค์ประกอบที่สะสมอยู่ในส่วนของเปลือกกาแฟ (2.74%K) (Table 1) ส่วนตำรับผงกำมะถันมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้น้อยที่สุด มีค่าอยู่ที่ 244 มก./กก. แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับภูไมท์ซัลเฟตและตำรับควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Braham and Bressani (1979) กล่าวว่าเปลือกเชอร์รี่กาแฟมีปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในปริมาณมากสามารถใช้ในการนำไปเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมในดิน และคล้ายงานทดลองของ Cervera-Mata *et al.* (2017) ที่พบว่าการใช้กากกาแฟเป็นวัสดุอินทรีย์ในการปลูกผักสลัดของดิน Calsisaol และ Luvisol ในประเทศสเปน มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินสูงกว่าตำรับควบคุม สำหรับปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในดินพบว่า ตำรับกากตะกอนอ้อยมีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้มากที่สุด โดยมีค่าอยู่ที่ 9,997 มก./กก. แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับควบคุม ตำรับภูไมท์และตำรับผงกำมะถัน ส่วนตำรับเปลือกกาแฟมีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้น้อยที่สุดมีค่าอยู่ที่ 6,674 มก./กก. ($p<0.01$) ขณะที่ตำรับกากกาแฟมีปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดินมากที่สุดมีค่าอยู่ที่ 1,078 มก./กก. แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับควบคุม ตำรับเปลือกกาแฟ และตำรับกากตะกอนอ้อย (Table 4) การใช้วัสดุปรับปรุงดินทุกตำรับแม้จะมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองไม่มากนัก แต่จะเห็นได้ชัดจากผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในวัสดุแต่ละชนิดดัง Table 1 โดยอัตราการใส่วัสดุปรับปรุงดินจากงานทดลองนี้ค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับงานทดลองอื่น เช่น การใช้กากตะกอนอ้อยของ Gonfa *et al.* (2018) ที่ใส่กากตะกอนอ้อยสูงถึง 100 ตัน/เฮกตาร์ ขณะที่งานทดลองครั้งนี้ใช้เพียง 50 กก./ไร่ หรือ 0.312 ตัน/เฮกตาร์เท่านั้น

Table 4 Soil chemical properties after 3 months incubation

Treatment	OM	P	K	Ca	Mg
	(%)	(mg/kg)			
Control	4.2^{c}	12^{d}	254^{c}	9,653^{ab}	801^{c}
Ground coffee	4.4^{a}	14^{c}	582^{b}	8,895^{b}	1,078^{a}
Pulp coffee	4.3^{b}	15^{c}	1,652^{a}	6,674^{c}	905^{bc}
Filter cake	4.2^{c}	22^{a}	500^{b}	9,997^{a}	1,028^{ab}
Pumice sulfate	4.2^{c}	19^{b}	255^{c}	9,835^{ab}	927^{abc}
Powder sulfur	4.2^{c}	19^{b}	244^{c}	9,802^{ab}	827^{bc}
Grand Mean	4.24	16.9	581	9,143	928
C.V.(%)	0.56	5.55	3.22	4.34	8.88
F-test	**	**	*	**	**

Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD **=0.01 and *=0.05

สมบัติทางเคมีของธาตุอาหารเสริมในดินหลังทำการบ่มดิน

สมบัติทางเคมีของธาตุอาหารเสริมในดินหลังจากทำการหมักดินด้วยวัสดุปรับปรุงดิน พบว่าตำรับที่มีปริมาณเหล็กที่สกัดได้ในดินมากที่สุด คือ ตำรับที่ใส่กากตะกอนอ้อย โดยมีค่าอยู่ที่ 304 มก./กก. ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกตำรับทดลอง จากงานทดลองของ Morikawa and Saigusa (2018) ที่พบว่าการใช้กากกาแฟบ่มกับดินด่างที่ระยะเวลา 60 วัน เพิ่มความเป็นประโยชน์ของเหล็กได้สูงกว่าตำรับควบคุม และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการใช้เฟอร์รัสซัลเฟต (Ferrous sulfate) เพียงอย่างเดียว ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานทดลองในครั้งนี้ในส่วนของตำรับที่ใส่กากกาแฟ ส่วนตำรับควบคุมพบปริมาณเหล็กที่สกัดได้น้อยที่สุดมีค่าอยู่ที่ 44 มก./กก. ($p<0.05$) สำหรับปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดิน พบว่าตำรับกากตะกอนอ้อยมีปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้มากที่สุดโดยมีค่าอยู่ที่ 23 มก./กก. ทำให้ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดิน ตำรับกากตะกอนอ้อยมีปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินมากที่สุดมีค่าอยู่ที่ 11.2 มก./กก. แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับเปลือกกาแฟ ส่วนตำรับควบคุมมีปริมาณทองแดงที่สกัดได้น้อยที่สุดมีค่าอยู่ที่ 6.5 มก./กก. ($p<0.01$) ขณะที่ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินมากที่สุด คือ ตำรับกากตะกอนอ้อยมีค่าอยู่ที่ 3.4 มก./กก. ส่งผลให้ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ในดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนตำรับควบคุมและตำรับผงกำมะถันมีปริมาณสังกะสีที่สกัดได้น้อยที่สุดมีค่าอยู่ที่ 2.4 มก./กก. แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับเปลือกกาแฟ กากกาแฟ และตำรับภูไมท์ซัลเฟต ($p<0.01$) (Table 5) การที่ปริมาณเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีจากตำรับที่มีการเติมผงกำมะถันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับควบคุมในดินด่าง น่าจะเกี่ยวกับอัตราที่ใช้อยู่ในปริมาณที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับงานทดลองของ Kalbas *et al.* (1988) ที่ทดสอบการเติมผงกำมะถันกับการปลูก ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และถั่วเหลืองในดินด่างที่ประเทศอิหร่าน ซึ่งพบว่าปริมาณเหล็ก แมงกานีส และสังกะสี เพิ่มขึ้นตามอัตราของผงกำมะถันที่ใส่ลงไป

Table 5 Soil trace elements extractable forms (mg/kg) after 3 months incubation

Treatment	Fe	Mn	Cu	Zn
Control	44^{d}	11^{b}	6.5^{c}	2.4^{b}
Ground coffee	71^{bc}	12^{b}	7.9^{bc}	2.7^{b}
Pulp coffee	63^{c}	16^{ab}	9.1^{ab}	2.5^{b}
Filter cake	304^{a}	23^{a}	11.2^{a}	3.4^{a}
Pumice sulfate	122^{b}	12^{b}	7.0^{bc}	2.5^{b}
Powder sulfur	83^{bc}	12^{b}	7.3^{bc}	2.4^{b}
Grand Mean	22	123	8.2	2.7
C.V. (%)	24.46	9.60	12.20	5.39
F-test	*	**	**	**

Mean in the same column followed by different letters were different significantly by LSD **=0.01 and *=0.05.

สรุปผลการวิจัย

การใช้วัสดุปรับปรุงดินในรูปของวัสดุอินทรีย์มีแนวโน้มทำให้ค่าความเป็นกรด–ด่างลดต่ำลงมากที่สุดหลังจากทำการทดลองในระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยเฉพาะการใช้กากกาแฟทำให้มีค่าความเป็นกรด–ด่างลดลงมากที่สุดเหลือเพียง 7.01 จากเดิม 7.73 ขณะที่การบ่มดินด้วยภูไมท์ซัลเฟตและผงกำมะถัน ให้ทำมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างโดยลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางเคมีดินหลังการบ่มพบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินทุกชนิดทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นทุกตำรับ โดยเฉพาะกากกาแฟทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าวัสดุปรับปรุงดินชนิดอื่นๆ ส่วนกากตะกอนอ้อยกลับทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่สกัดได้ของดินสูงที่สุดหลังการบ่ม ทั้งนี้ยังพบว่าการใช้เปลือกเชอร์รี่กาแฟสามารถทำให้ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้ ปริมาณธาตุอาหารเสริมที่สกัดของดินหลังการบ่ม 12 สัปดาห์ พบการเพิ่มขึ้นของปริมาณธาตุอาหารเสริมตามองค์ประกอบของวัสดุปรับปรุงดินแต่ละชนิด

จากงานทดลองครั้งนี้น่าจะนำไปสู่การทดสอบในสภาพไร่นาในอนาคตต่อไปโดยเฉพาะการนำเศษวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ในการเกษตร เช่น เปลือกเชอร์รี่กาแฟ กากกาแฟ ที่สามารถลดความเป็นด่างของดิน และกากตะกอนอ้อยที่สามารถทำให้ธาตุอาหารที่จำเป็นอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์มากขึ้น ซึ่งเป็นการนำวัสดุที่เหลือใช้จากภาคการผลิตอื่นๆ มาประยุกต์ใช้ในภาคการเกษตรนั้นน่าจะเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสามารถเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดินได้อีกทางหนึ่ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์พัฒนาพันธุ์พืชจักรพันธ์เพ็ญศิริ จังหวัดสระบุรี ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Bouajila, K. and M. Sanaa. 2011. Effects of organic amendments on soil physico-chemical and biological. **Journal of Materials and Environmental Science** 2(S1): 485-490.

Braham, J.E. and R. Bressani. 1979. **Coffee Pulp: Composition, Technology, and Utilization**. Ottawa: Ont. IDRC. 95 p.

Cervera-Mata, A., S. Pastoriza, J.Á. Rufián-Henares, J. Párraga, J.M. Martín-García and G. Delgado. 2017. Impact of spent coffee grounds as organic amendment on soil fertility and lettuce growth in two Mediterranean agricultural soils. **Archives of Agronomy and Soil Science**. DOI: 10.1080/03650340.2017.1387651.

Chittamart, N., J. Inkam, D. Ketrot and T. Darunsontaya. 2016. Geochemical fractionation and adsorption characteristics of zinc in Thai major calcareous soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 47(20): 2348-2363.

Chooaiem, N., W. Wisawapipat, N. Chittamart and S. Aramrak. 2018. Sulfur material impacts on micronutrient solubility in a calcareous soil and micronutrient accumulation in rice. **Songklanakarin Journal of Plant Science** 5(3): 87-100. [in Thai]

Cooperband, L. 2002. **Building Soil Organic Matter with Organic Amendments: A Resource for Urban and Rural Gardeners, Small Farmers, Turfgrass Managers and Large-scale Producers.** Bangkok: Center for Integrated Agricultural Systems. 16 p.

Duangpatra, P. 2010. **Soil Conditioners**. Bangkok: Kasetsart University Press. 256 p. [in Thai]

Elgabaly, M.M. 1973. Reclamation and Management of the Calcareous Soils of Egypt. pp. 123-127. *In* **FAO Soils Bulletin 21, Calcareous Soils: Report of the FAO/UNDP Regional Seminar on Reclamation and Management of Calcareous Soils 27 Nov - 2 Dec 1972**. Cairo: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

El-Hady, O.A. and S.A. Abo-Sedera. 2006. Conditioning effect of composts and acrylamide hydrogels on a sandy calcareous soil. II-Physico-bio-chemical properties of the soil. **International Journal of Agriculture and Biology** 8(6): 876-884.

Gonfa, A., B. Bedadi and A. Argaw. 2018. Effect of bagasse ash and filter cake amendments on wheat (*Triticum turgidum* L.var. *durum*) yield and yield components in nitisol. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture** 7: 231-240.

Gronthal, P. 1999. Tired soil: using inorganic soil amendments to perk up your root zone. **Sports Turf Manager** 12(2): 8-11.

Hardgrove, S.J. and S.J. Livesley. 2016. Appling spent coffee grounds directly to urban agriculture soils greatly reduces plant growth. **Urban Forestry and Urban Greening** 18: 1-8.

Inthasan, J. 2014. **Soil Fertility**. Chiang Mai: D Print Press. 325 p. [in Thai]

Kalbas, M., F. Filsoof and Y. Rezai–Nejad. 1988. Effect of sulfur treatments on yield and uptake of Fe, Zn, and Mn by corn, sorghum, and soybeans. **Journal of Plant Nutrition** 11(6-11): 1353-1360.

Kasongo, R.K., A. Verdoodt, P. Kanyankagote, G. Baert and E.V. Ranst. 2011. Coffee waste as an alternative fertilizer with soil improving properties for sandy soils in humid tropical environments. **Soil Use and Management** 27: 94-102.

Kumlung, A., J. Verasan and B. Punyachon. 2012. Effect of Coffee Been Cake Fermented Water Applied to a Calcareous Soil on Growth and Yield of Cucumber cv. Bussaba 2005. pp. 2277-2285. *In* **Proceedings of the 9th National Kasetsart University Kamphaeng Saen Conference**. Nakhonpathom: Kasetsart University. [in Thai]

Land Development Department. 2013. **Management of Saline soil and Alkaline soil.** Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives Press. 40 p. [in Thai]

Marschner, H. 1995. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2nd. London: Academic Press. 889 p.

Modaihsh, A.S., W.A. AL-Mustafa and A.I. Metwally. 1989. Effect of elemental sulphur on chemical changes and nutrient availability in calcareous soils. **Plant and Soil** 116: 95-101.

Morikawa, C.K and M. Saigusa. 2018. Recycling coffee and tea wastes to increase plant available Fe in alkaline soils. **Plant and Soil** 304(1-2): 249-235.

Nekir, B., W. Lemma and S. Tamiru. 2019. Effect of filter cake and bagasse on selected physicochemical properties of calcareous sodic soils at Amibara, Ethiopia. **International Journal of Agronomy and Agricultural Research** 14(5): 20-28.

Staff of Soil Science Department. 2005. **Basic Agronomy.** 10th. Bangkok: Kasetsart University Press. 547 p. [in Thai]

Takrattanasaran, N., J. Chanchareonsook, P.G. Johnson, S. Thongpae and E. Sarobol. 2013. Amelioration of zinc deficiency of corn in calcareous soils of Thailand: zinc sources and application methods. **Journal of Plant Nutrition** 36(8): 1275-1286.

Walkley, A. and I.A. Black. 1947. Chromic acid titration method for determination of soil organic matter. **Soil Science Society of America Journal** 63: 257.

Watanabe, F.S. and S.R. Olsen. 1962. Calorimetric determination of phosphorus in water extracts of soil. **Soil Science** 93: 183-188.

Wayne, E.S. 1980. **Handbook on Reference Methods for Soil Testing**. Council on soil testing and plant Analysis ed. Athens: University of Georgia. 130 p.

Zhang, M., C.L. Li, Y.C. Li and W.G. Harris. 2014. Phosphate minerals and solubility in native and agricultural calcareous soils. **Geoderma** 232-234: 164-171.