อิทธิพลของการใส่วัสดุอินทรีย์แบบต่อเนื่องต่อการเปลี่ยนแปลงเส้นโค้งลักษณะความชื้นในดินที่ใช้ปลูกอ้อย

Effect of continuous application of organic materials on soil water retention curve of soils under sugarcane plantation

กาญจนา ชาวบุรี [1*] กุมุท สังขศิลา [1] สุชาดา กรุณา [1] และ ปุญญิศา ตระกูลยิ่งเจริญ [1]

Karnjana Chawburee [1*] Kumut Sangkhasila [1] Suchada Karuna [1] and Punyisa Trakoonyingcharoen [1]

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการจัดการดินด้วยการใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินอย่างต่อเนื่องที่นานแตกต่างกัน ต่อความสามารถในการกักเก็บน้ำให้พืชได้ใช้ประโยชน์ของดิน ในกลุ่มดินเนื้อหยาบ (coarse texture) และเนื้อปานกลาง (medium texture) ที่ใช้ปลูกอ้อย โดยตรวจจากการเปลี่ยนแปลงของเส้นโค้งลักษณะความชื้นของดิน และประเมินการกระจายช่องโดยใช้สมการในรูปที่เสนอโดย van Genuchten (1980) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยการแยกวิเคราะห์แต่ละกลุ่มเนื้อดิน เก็บตัวอย่างดินสำหรับการใส่วัสดุอินทรีย์ที่แตกต่างกัน 4 แบบ ได้แก่ ไม่ใส่วัสดุอินทรีย์, ใส่กากตะกอนหม้อกรอง (filter cake) ผสมมูลไก่ในอัตราเฉลี่ย 300-500 กก./ไร่/ปี ต่อเนื่องนาน 1, 3 และ 5 ปี เก็บตัวอย่างดินอย่างละ 5 ซ้ำ ผลการวิเคราะห์พบว่าในดินเนื้อหยาบมีการกระจายของกลุ่มขนาดช่อง สม่ำเสมอกว่าของดินเนื้อปานกลาง เมื่อพิจารณาความยาวนานต่อเนื่องของการใส่วัสดุอินทรีย์ พบว่าการใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินต่อเนื่องเป็นเวลานานขึ้น ค่าดัชนีการกระจายตัวขนาดช่องมีแนวโน้มลดลงและลู่เข้าหาค่า 1.3 ทั้งดินบนและดินล่าง ในดินบนของดินเนื้อปานกลาง การใส่วัสดุอินทรีย์ต่อเนื่อง 5 ปี ให้ค่าดัชนีเป็น 1.52 และในดินล่างของดินเนื้อหยาบให้ค่าดัชนีเป็น 1.81 ซึ่งหมายถึงดินทั้งสองเริ่มมีพัฒนาการที่ดี ดินเริ่มมีโครงสร้าง การกระจายตัวของกลุ่มขนาดช่องมีความสม่ำเสมอมากขึ้น ลดสัดส่วนช่องขนาดใหญ่ลง การใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินต่อเนื่องนานต่างกัน ไม่ทำให้เส้นโค้งลักษณะความชื้นมีความแตกต่างกันทั้งดินบนและดินล่าง การใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินอย่างต่อเนื่องทำให้ดินเนื้อปานกลางมีปริมาณน้ำในช่วงที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงกว่าในดินเนื้อหยาบ

คำสำคัญ : วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน, เส้นโค้งลักษณะความชื้นในดิน, การกระจายขนาดช่องในดิน

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
Soil Science Department, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus Nakhonpathom, 73140

[*] Corresponding author: karnjana2755@hotmail.com

Abstract

The effect of soil management, namely the continuous application of organic materials at different continuous durations, on the available water storage of soils used for sugarcane production was presented. The research was conducted on the 2 different soil groups, i.e. coarse and medium soil textures. The effect on soil water was investigated by analyzing their water retention characteristics for their parameters. The soil water retention curve was fit to the form proposed by van Genuchten (1980). Data analysis followed the completely randomized design with the duration of different continuous application as the concerned factor. There consisted of 1) no organic material application and 2) 1 year, 3) 3 years, and 4) 5 years continuous duration of organic material (filter cake) application. Five replications of soil sampling were taken from each treatment. The analysis for the 2 group of soils was performed separately. Organic material application included the filter cake and poultry dung mixture at the average rate of 300-500 kg per rai annually. Results showed that amount of pores at different size classes obtained from the coarse soil texture group were much evenly distributed than those of the medium soil texture group. Those of the upper soil layer (0-30 cm depth) was much more evenly distributed than those of the lower soil layer (30-60 cm depth). The longer duration of organic material application lowered value of pore size distribution index (n) of both soil layers toward 1.3. Values of n for the lower layer of the medium and the coarse soil texture groups were 1.52 and 1.81, which meant that these soil layers began to have their structural development, with more evenly distribute of several pore size classes and decrease amount of large pore size classes. The effect of continuous organic material application was much more evident in term of water availability on the medium soil texture group rather than coarse soil texture group.

บทนำ

เส้นโค้งลักษณะความชื้นมีการเปลี่ยนแปลงตามเนื้อดิน การจัดเรียงตัวและเชื่อมกันของอนุภาคปฐมภูมิ และการจัดการดิน เช่น การไถพรวนอาจทำให้ความหนาแน่นรวมของดินชั้นล่างสูงขึ้นหรือทำให้เกิดเป็นชั้นแข็งปิดผิวดิน ส่งผลต่อขนาดช่องในดินและการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน การใส่อินทรียวัตถุมีส่วนช่วยให้ดินสามารถดูดยึดน้ำได้

Keyword: organic material, soil water retention curve, pore size distribution

มากขึ้น ซึ่งเกิดจากการที่อินทรียวัตถุมีสมบัติเป็นสารเชื่อม ที่จะเชื่อมอนุภาคปฐมภูมิของดิน ทำให้เกิดเป็นเม็ดดิน (soil aggregate) ส่งผลให้ดินมีปริมาณช่องทั้งหมดเพิ่มขึ้น และยังเป็นการช่วยปรับปรุงให้น้ำแทรกซึมเข้าในชั้นหน้าตัดดินได้ดีขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) โดยทั่วไปดินเนื้อละเอียดมีช่องขนาดเล็กมากกว่าช่องขนาดใหญ่ และเมื่อมีการอัดตัวมักมีความหนาแน่นรวมสูง ดินแน่นทึบ และมีปัญหาเรื่องการระบายน้ำ ส่วนดินเนื้อหยาบมีช่องว่างขนาดใหญ่ในปริมาณที่มากกว่าช่องขนาดเล็ก ทำให้ดินมีการระบายน้ำดี แต่ไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้นาน มักมีปัญหาเรื่องการขาดน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช การเติมวัสดุอินทรีย์ลงไปในดินแบบนี้ เป็นการช่วยเพิ่มความสามารถให้ดินกักเก็บน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น ดังนั้นความยากง่ายของการดูดใช้น้ำของพืชขึ้นอยู่กับการกระจายขนาดของช่องในดินเป็นหลัก

จุดประสงค์ของงานนี้ เพื่อศึกษาผลของการจัดการดินด้วยการใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินอย่างต่อเนื่องนาน 0, 1, 3 และ 5 ปี ต่อการกักเก็บน้ำให้พืชได้ใช้ประโยชน์ของดินในกลุ่มดินเนื้อหยาบ (coarse texture) และดินเนื้อปานกลาง (medium texture) ที่ใช้ปลูกอ้อย การเปลี่ยนแปลงการกักเก็บน้ำที่เกิดจากการใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินจะศึกษาโดยการตรวจสอบจากการเปลี่ยนแปลงของเส้นโค้งลักษณะความชื้นของดิน ส่วนกลุ่มเนื้อดินจะใช้ปริมาณอนุภาคดินเหนียวและอนุภาคทรายเป็นตัวบ่งชี้

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างดิน วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Randomized completely block design (RCBD) โดยการแยกวิเคราะห์แต่ละเนื้อดิน คือ กลุ่มเนื้อดินหยาบ (coarse texture: CT) และกลุ่มเนื้อดินปานกลาง (medium texture: MT) เก็บตัวอย่างดินตามตำรับการทดลอง โดยแบ่งระยะเวลาของการใส่วัสดุอินทรีย์ออกเป็น 4 ตำรับ ได้แก่ ไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน (OM_0), ใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน (กากตะกอนหม้อกรองและมูลไก่) ต่อเนื่องนาน 1, 3 และ 5 ปี (OM_1, OM_3 และ OM_5 ตามลำดับ) เก็บตัวอย่างดินอย่างละ 5 ซ้ำ ทุกแปลงที่เก็บตัวอย่างดินเป็นแปลงปลูกอ้อยเกษตรกรใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน 1 ครั้งต่อปี ในอัตราเฉลี่ย 300-500 กก./ไร่ เก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มกลางแปลงในช่วงเดือนธันวาคม 2557 ซึ่งเป็นช่วงที่ตัดอ้อยส่งเข้าหีบ พื้นที่เก็บตัวอย่างดินแสดงดัง Figure 1 เก็บตัวอย่างดินที่ 2 ชั้นความลึก คือดินบนที่ความลึก 0-30 cm และดินล่างที่ความลึก 30-60 cm เก็บดินแบบไม่รบกวนโครงสร้าง (undisturbed) เพื่อหาค่าความหนาแน่นรวม (bulk density: ρb, ใช้วิธี undisturbed core method) และใช้ค่า ρb เพื่อคำนวณหาค่าความพรุนรวม (E) และเก็บดินแบบรบกวนโครงสร้าง (disturbed) เพื่อหาอินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter, OM วิธี Walkley and Black) หาเนื้อดิน (texture วิธี pipette method) และหาเส้นโค้งลักษณะความชื้นในดิน (soil water retention curve) โดยใช้ pressure plate extraction ระดับความดันที่ใช้ ได้แก่ 10, 30, 50, 100, 300, 500, 1,000 และ 1,500 kPa ความชื้นที่คงค้างในดินแต่ละระดับความดัน นำไปแทนค่าในสมการ [1] หาค่าคงที่ของสมการใช้โปรแกรม MATLAB - R2008 การหาโค้งลักษณะความชื้น กระทำกับทุกหน่วยทดลอง

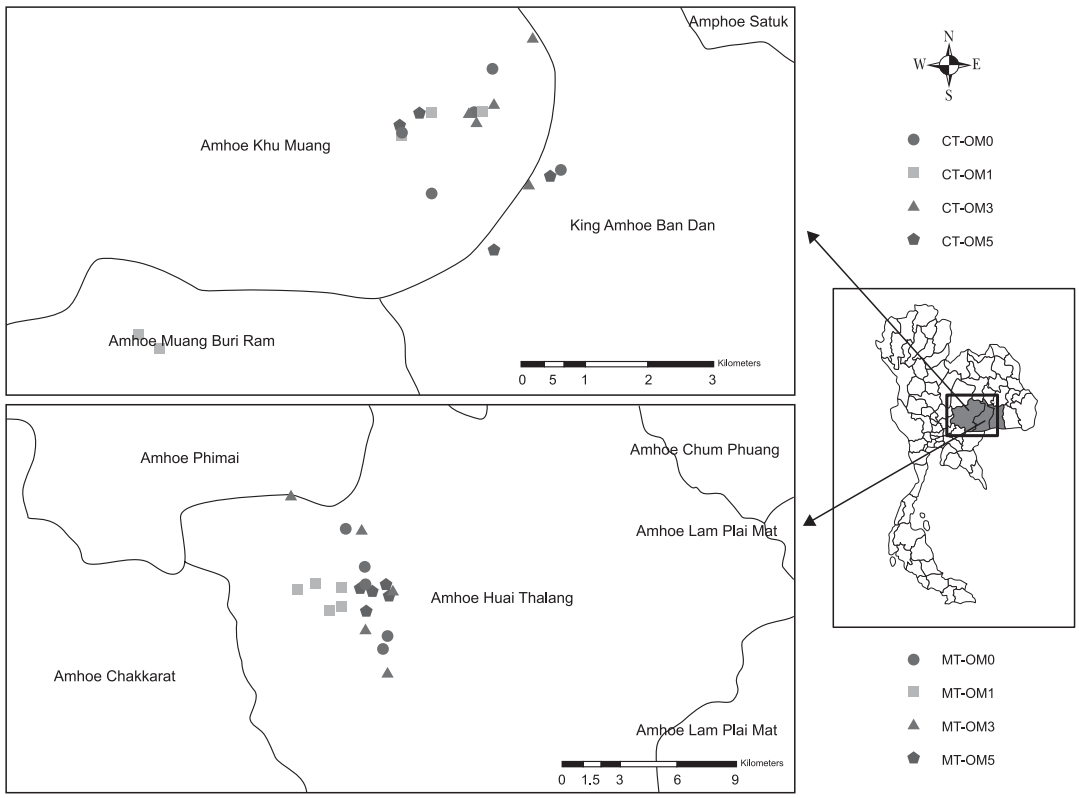

Figure 1 Sites of soil sampling at Nakhon Ratchasima (coarse texture, lower frame) and Buriram (medium texture, upper frame). The symbols used on this map were points of soil sampling for different of durations of organic material application treatments: ● no organic material, ■ 1 year, ▲ 3 years and ⬟ 5 years.

เส้นโค้งลักษณะความชื้นของดิน

เส้นโค้งลักษณะความชื้นของดิน (soil water retention curve; θ(h)) เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดิน ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดิน (θ) และศักย์วัสดุพื้นของน้ำในดิน (h) เส้นโค้งนี้จะขึ้นกับการกระจายขนาดและรูปร่างของช่องในดินซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของดินที่เกิดจากเนื้อดินและโครงสร้างดินที่แตกต่างกัน (Rowell, 1995) ถึงแม้โค้งนี้จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นหรือปริมาณช่องกับศักย์วัสดุพื้น ซึ่งค่าศักย์วัสดุพื้นใดๆ สามารถแปลงเป็นขนาดช่องได้ตามสมการ

$$r = \frac{(2\gamma\cos\theta)}{(\rho_w g h)}$$

เมื่อ r คือรัศมีของช่อง (m) γ คือ แรงตึงผิวน้ำ (N m^{-1}) θ คือมุมสัมผัสของผิวน้ำกับผนังของช่อง (มักกำหนดให้ θ = 0) ρ_w คือความหนาแน่นของน้ำ (kg m^{-3}) g คือความโน้มถ่วง (m s^{-2}) การกระจายขนาดช่อง (pore size distribution) จึงประเมินได้จากพื้นที่ใต้กราฟของเส้นโค้งลักษณะความชื้น ถ้าพื้นที่ใต้โค้งระหว่าง h ที่แตกต่างกัน 2 ค่ามีค่ามาก ปริมาตรของช่องในดินที่มีขนาดระหว่าง h ที่แตกต่างกัน 2 ค่าก็จะมีมากตามไปด้วย van

Genuchten (1980) (สุนทรี, 2535) ใช้สมการอธิบายเส้นโค้งลักษณะความชื้นในดิน และเขียนได้เป็น

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[1+(\alpha h)^n]^m} \quad \text{.....[1]}$$

เมื่อ θ เป็นความชื้นในดิน ($cm^3\ cm^{-3}$) θ_r เป็นความชื้นคงเหลือในดินเมื่อดินแห้ง (residual water content, $cm^3\ cm^{-3}$) และ θ_s เป็นความชื้นในดินสูงสุด (saturated water content, $cm^3\ cm^{-3}$) h เป็นค่าสัมบูรณ์ของศักย์วัสดุพื้น (matric potential h = $|\varphi m|$, kPa) ส่วน α (มีหน่วยเป็น cm^{-1}), n (ไม่มีหน่วย) และค่าคงที่ของสมการ ส่วน m=1-1/n ค่าของ n เป็นค่าที่บ่งบอกดัชนีการกระจายขนาดของช่องในดิน (pore size distribution index) จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 3 ถ้า n มีค่าเข้าใกล้ 3 การกระจายขนาดของช่องจะแคบ ช่องส่วนใหญ่จะมีขนาดใหญ่ และถ้า n มีค่าน้อย การกระจายขนาดของช่องก็แคบ ช่องส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็ก แต่ถ้า n มีค่าระหว่าง 1.2-1.3 การกระจายช่องในแต่ละกลุ่มขนาดจะมีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน และยังแสดงถึงการมีพัฒนาการของโครงสร้างดินที่ดีอีกด้วย (กุมุท, 2529) ทำให้ดินกักเก็บน้ำไว้อย่างดีและระบายน้ำอย่างช้าๆ (Arthur, 1994; สามัคคี และชัยวัฒน์, 2532) ลักษณะทั่วไปของกราฟลักษณะความชื้นมักเป็นรูปตัวเอส (S shape) คือ ปริมาณน้ำสะสมจากช่องขนาดเล็ก จนถึงช่องขนาดใหญ่ ที่ระดับพลังงานศักย์วัสดุพื้นมีค่าสูง (ติดลบน้อย) ปริมาณน้ำจะสะสมอยู่ในช่องขนาดใหญ่ ขณะที่พลังงานศักย์วัสดุพื้นน้อยๆ (ติดลบมาก) ปริมาณน้ำจะสะสมอยู่ในช่องขนาดเล็กเท่านั้น

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ทางสถิติกับสมบัติดิน ได้แก่ อินทรียวัตถุ ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นอนุภาค ความพรุนรวม และค่าคงที่จากสมการ [1] ได้แก่ ค่าคงที่ α, n, m, θ_r และ θ_s เพื่อตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยที่เกิดจากแผนการเก็บตัวอย่างดิน และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรสมบัติดินเหล่านี้ตามวิธี Duncan multiple range test (DMRT) แยกวิเคราะห์สำหรับแต่ละกลุ่มเนื้อดิน การวิเคราะห์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ด้วยวิธี general linear model

ผลและวิจารณ์

1. ปริมาณอนุภาคดินจำแนกออกตามกลุ่มเนื้อดินที่กำหนด

ดินบนของดินเนื้อหยาบ มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวและอนุภาคทราย อยู่ในช่วง 4.94-16.99% และ 65.73-83.77% ตามลำดับ ประกอบด้วยดินที่มีเนื้อดินแบบร่วนปนทราย (sandy loam) และทรายปนร่วน (loamy sand) ส่วนของดินเนื้อปานกลาง มีปริมาณอนุภาคทั้งสองเป็น 21.88-28.96% และ 39.20-58.61% ตามลำดับ ประกอบด้วยดินที่มีเนื้อดินแบบร่วน (loam) ร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) และร่วนปนเหนียว (clay loam) ส่วนดินล่างของดินเนื้อหยาบ มีปริมาณอนุภาคทั้งสองขนาดอยู่ในช่วง 5.65-20.34% และ 63.15-83.20% ตามลำดับ ประกอบด้วยดินที่มีเนื้อดินแบบร่วนปนทราย (sandy loam) ทรายปนร่วน (loamy sand) และร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ดินเนื้อปานกลางมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว

และอนุภาคทรายอยู่ในช่วง 27.17-42.47% และ 25.04-54.32% ตามลำดับ ประกอบด้วยดินที่มีเนื้อดินแบบร่วน (Loam) ร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ร่วนปนเหนียว (clay loam) และเหนียว (clay) (Table 1) ทั้งดินเนื้อหยาบและดินเนื้อปานกลาง มีอนุภาคขนาดดินเหนียวเพิ่มขึ้นในดินล่าง ปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวที่มีมากในดินล่างนี้ จะมีผลต่อขนาดหรือปริมาณของช่องในดินมากกว่าดินที่มีปริมาณอนุภาคทรายหรือทรายแป้งในปริมาณที่มาก (Saxton and Rawls, 2006) เนื่องจากอนุภาคขนาดดินเหนียวมีสมบัติเป็นสารเชื่อม ทำให้เกิดการเกาะยึดกันของอนุภาคดินเหนียวด้วยกันเอง หรือเกาะยึดกับอนุภาคอื่นๆ โดยธรรมชาติ เมื่ออนุภาคขนาดดินเหนียวเรียงตัวกันและเชื่อมกันจะทำให้เกิดช่องขนาดเล็ก การจับตัวกันของอนุภาคดินเหนียวทำให้เกิดเม็ดดินที่โตขึ้น แล้วทำให้เกิดช่องขนาดใหญ่ จึงทำให้สัดส่วนของช่องขนาดใหญ่เพิ่มขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

Table 1 Percentage of particle size distribution calculated from the four-continuous duration of organic material application treatment in coarse and medium soil for topsoil and subsoil.

		Topsoil			Subsoil		
		%clay	%sand	%silt	%clay	%sand	%silt
Coarse texture	max	16.99	83.77	21.77	20.34	83.20	27.92
	min	4.94	65.73	2.97	5.65	63.15	5.95
	avg	11.54	76.89	11.56	14.82	73.22	11.95
Medium texture	max	28.96	58.61	38.08	42.47	54.32	39.17
	min	21.88	39.20	16.56	27.14	25.04	17.11
	avg	24.59	48.01	27.41	33.47	41.57	24.96

2. ปริมาณอินทรียวัตถุ ความหนาแน่นรวม และความพรุนรวม

พบว่า ทั้งดินบนและดินล่างของทั้งสองกลุ่มเนื้อดิน การใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานต่างกัน ไม่ทำให้ค่าปริมาณอินทรียวัตถุ (%OM) ความหนาแน่นรวม (ρ_b) และความพรุนรวม (E) มีความแตกต่างกัน (Table 2) ในดินกลุ่มเนื้อหยาบ OM มีค่าอยู่ในช่วง 0.14-0.47 %, ρ_b มีค่าอยู่ในช่วง 1.43-1.68 g cm^{-3} และ E มีค่าอยู่ในช่วง 0.35-0.44 ส่วนในดินกลุ่มเนื้อปานกลาง OM มีค่าอยู่ในช่วง 0.45-1.01 %, ρ_b มีค่าอยู่ในช่วง 1.24-1.59 g cm^{-3} และ E มีค่าอยู่ในช่วง 0.32-0.56 การที่ดินเนื้อปานกลางมีปริมาณ %OM สูงกว่าของดินเนื้อหยาบ เนื่องจากมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวที่มากกว่า ทำให้มีสมบัติเป็นสารเชื่อมที่ดี สามารถยึดเกาะกับอินทรียวัตถุ

Table 2 Effects of soil texture and continuous duration of organic material application on amounts of soil organic carbon (OC), soil organic matter (OM), bulk density (ρ_b) and porosity (E) in the topsoil and subsoil used for sugarcane production.

	Top soil			Sub soil		
	OM %	ρ_b g cm^{-3}	E	OM %	ρ_b g cm^{-3}	E
			Coarse texture (CT)			
OM_0	0.34	1.64	0.42	0.32	1.68	0.38
OM_1	0.44	1.52	0.39	0.14	1.62	0.37
OM_3	0.38	1.52	0.41	0.22	1.61	0.35
OM_5	0.47	1.49	0.41	0.27	1.43	0.44
P-value	0.71	0.17	0.87	0.45	0.48	0.66
			Medium texture (MT)			
OM_0	0.74	1.58	0.32	0.92	1.24	0.56
OM_1	1.01	1.52	0.41	0.80	1.53	0.46
OM_3	0.91	1.54	0.38	0.45	1.41	0.44
OM_5	0.83	1.59	0.35	0.77	1.39	0.47
P-value	0.68	0.72	0.68	0.64	0.21	0.32

Different letters within columns indicate significance at 0.05 probability level by DMRT

ไว้ได้มาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) โดยทั่วไปปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ถ้ามีน้อยกว่า 1% จะถือว่ามีค่าอยู่ในระดับต่ำ (ยงยุทธ, 2558) การที่จะรักษาระดับอินทรียวัตถุให้มีค่าสูง ทำได้ยาก แม้จะใส่วัสดุอินทรีย์ในปริมาณมากก็ตาม เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่ร้อนชื้น ดินระบายอากาศดี ทำให้อินทรียวัตถุมีการย่อยสลายตลอดเวลา ปริมาณวัสดุอินทรีย์ที่ใส่ไปหลังจากสิ้นฤดูเก็บเกี่ยวไม่ทำให้อินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น (ธงชัย, 2558) อีกทั้งกากตะกอนหม้อกรองและมูลไก่เป็นวัสดุอินทรีย์ชั้นดีที่มีการย่อยสลายอย่างรวดเร็ว

3. เส้นโค้งลักษณะความชื้นของน้ำในดิน

ในดินบน กลุ่มเนื้อดินหยาบ การใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินไม่ทำให้ α, n, m และ θ_r มีความแตกต่างกัน แต่ทำให้ θ_s มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.03) จะเห็นได้ว่า เมื่อใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินต่อเนื่องเป็นเวลานานขึ้น ทำให้ความชื้นดินอิ่มตัวด้วยน้ำสูงขึ้น ในขณะที่กลุ่มดินเนื้อปานกลาง ความต่อเนื่องของการใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน ไม่ทำให้ค่า α, m, θ_r และ θ_s มีความแตกต่างกัน แต่ทำให้ค่าคงที่ n มีความแตกต่างกัน (P-value <0.05) การใส่

Table 3 Parameters of soil water retention curve following van Genuchten (1980) form and amount of available water (AWC)

	Topsoil						Subsoil					
	α	n	m	θ_r	θ_s	AWC	α	n	m	θ_r	θ_s	AWC
Coarse texture (CT)												
OM_0	0.01	2.12	0.52	0.06	0.55 a	0.06	0.02	1.77 b	0.43 bc	0.09	0.53	0.08
OM_1	0.01	2.18	0.54	0.05	0.47 ab	0.04	0.01	2.28 a	0.56 a	0.06	0.47	0.06
OM_3	0.03	1.92	0.46	0.04	0.43 b	0.05	0.03	1.55 b	0.35 c	0.08	0.52	0.09
OM_5	0.05	1.87	0.45	0.05	0.53 a	0.06	0.03	1.81 b	0.44 b	0.06	0.48	0.07
P-value	0.39	0.49	0.51	0.53	0.03	0.31	0.06	<0.01	<0.01	0.32	0.74	0.32
Medium texture (MT)												
OM_0	0.01	1.83 a	0.45	0.15	0.70	0.11	0.01	1.69	0.41	0.15	0.52 b	0.14
OM_1	0.01	1.59 b	0.37	0.17	0.64	0.15	0.02	1.56	0.36	0.22	0.69 a	0.21
OM_3	0.02	1.53 b	0.34	0.15	0.64	0.14	0.01	1.58	0.37	0.16	0.58 ab	0.15
OM_5	0.01	1.52 b	0.34	0.13	0.69	0.14	0.01	1.69	0.40	0.20	0.63 ab	0.17
P-value	0.57	0.05	0.06	0.71	0.72	0.78	0.22	0.52	0.52	0.11	0.05	0.15

Different letters within columns indicate significance at 0.05 probability level by DMRT

อินทรียวัตถุต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้ค่าคงที่ n ลดลงและมีค่าเข้าใกล้ 1.3 แสดงว่าดินมีพัฒนาการของโครงสร้าง และมีการกระจายขนาดของช่องกลุ่มต่างๆ สม่ำเสมอมากขึ้น โดยที่ในดินกลุ่มเนื้อปานกลางจะเห็นผลชัดเจนกว่าในดินกลุ่มเนื้อหยาบ (Table 3)

ส่วนในดินล่าง กลุ่มเนื้อดินหยาบพบว่าความต่อเนื่องของการใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินทำให้ n และ m มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P-value < 0.01) การใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินต่อเนื่องนาน 1 ปี (CT-OM_1) ทำให้ค่าคงที่ n และ m มีค่ามาก (2.28 และ 0.56) เมื่อเทียบกับความต่อเนื่องของการใส่อินทรียวัตถุ เป็นเวลา 3 และ 5 ปี (1.55 และ 0.35 สำหรับ CT-OM_3 และ 1.81 และ 0.44 สำหรับ CT-OM_5 ตามลำดับ) ซึ่ง n มีค่าลู่เข้าหาค่า 1.3 แสดงว่าการใส่อินทรียวัตถุอย่างต่อเนื่องนาน 3 และ 5 ปี ทำให้ดินมีพัฒนาการของโครงสร้างและการกระจายขนาดช่องที่ดีกว่าการใส่อินทรียวัตถุเป็นเวลา 1 ปี สำหรับกลุ่มดินเนื้อปานกลาง ความต่อเนื่องของการใส่อินทรียวัตถุทำให้ค่าคงที่ θ_s มีความแตกต่างกัน (P-value <0.05) ดินที่ใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินต่อเนื่องให้ค่าความชื้นดินอิ่มตัวสูงขึ้น เมื่อเทียบกับดินที่ไม่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน n มีค่าเข้าใกล้ 1.3 แสดงว่าการกระจายของช่องค่อนข้างสม่ำเสมอ หมายถึงในแต่ละกลุ่มขนาดช่องมีปริมาณใกล้เคียงกัน การใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินอย่างต่อเนื่อง ไม่มีผลต่อการปรับปรุงสัดส่วนการกระจายตัวขนาดต่างๆ ของช่องในดินล่างของดินเนื้อปานกลางนี้

ซึ่งโดยทั่วไปดินเนื้อหยาบจะมีค่า n มากกว่าดินเนื้อปานกลาง (สุนทรี, 2535) เป็นเพราะดินเนื้อหยาบจะมีสัดส่วนของช่องขนาดใหญ่มีมากกว่าขนาดอื่นๆ และเมื่อเพิ่มวัสดุอินทรีย์อย่างต่อเนื่องจะทำให้การกระจายของกลุ่มขนาดช่อง มีความสม่ำเสมอมากขึ้น ลดสัดส่วนช่องที่มีขนาดใหญ่ลง ซึ่งผลจะชัดเจนในดินล่างสำหรับดินเนื้อหยาบและในดินบนสำหรับดินเนื้อปานกลาง (Table 3)

เมื่อแทนค่าคงที่จาก Table 3 ในสมการ [1] แล้วนำมาสร้างเป็นกราฟเส้นโค้งลักษณะความชื้นของดิน (Figure 2) เมื่อพิจารณาถึงปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ที่พืชสามารถดูดใช้ได้ (h -50 ถึง -1,500 kPa) แต่ละกลุ่มเนื้อดิน พบว่าในดินบนและดินล่างของดินเนื้อหยาบ การใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินแบบต่อเนื่อง ไม่ทำให้ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์แตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.04-0.15 cm^3 cm^{-3} (Figure 2a 2c, Table 3)

ส่วนในดินเนื้อปานกลาง การใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินอย่างต่อเนื่องนาน 1, 3 และ 5 ปี ก็ไม่ทำให้ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินสูงกว่าในดินที่ไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน โดยมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ในช่วง 0.07-0.21 cm^3 cm^{-3} (Figure 2b 2d, Table 3)

จะเห็นได้ว่า เส้นโค้งลักษณะความชื้นไม่มีความแตกต่างกัน ระหว่างระยะเวลาของการใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน ในทุกศักย์วัสดุพื้นทั้งดินบนและดินล่าง แต่มีความแตกต่างกันระหว่างเนื้อดินหยาบและเนื้อดินปานกลาง โดยที่ดินเนื้อปานกลางจะมีปริมาณน้ำในช่วงที่เป็นประโยชน์ที่พืชสามารถดูดใช้ได้สูงกว่าในดินเนื้อหยาบ

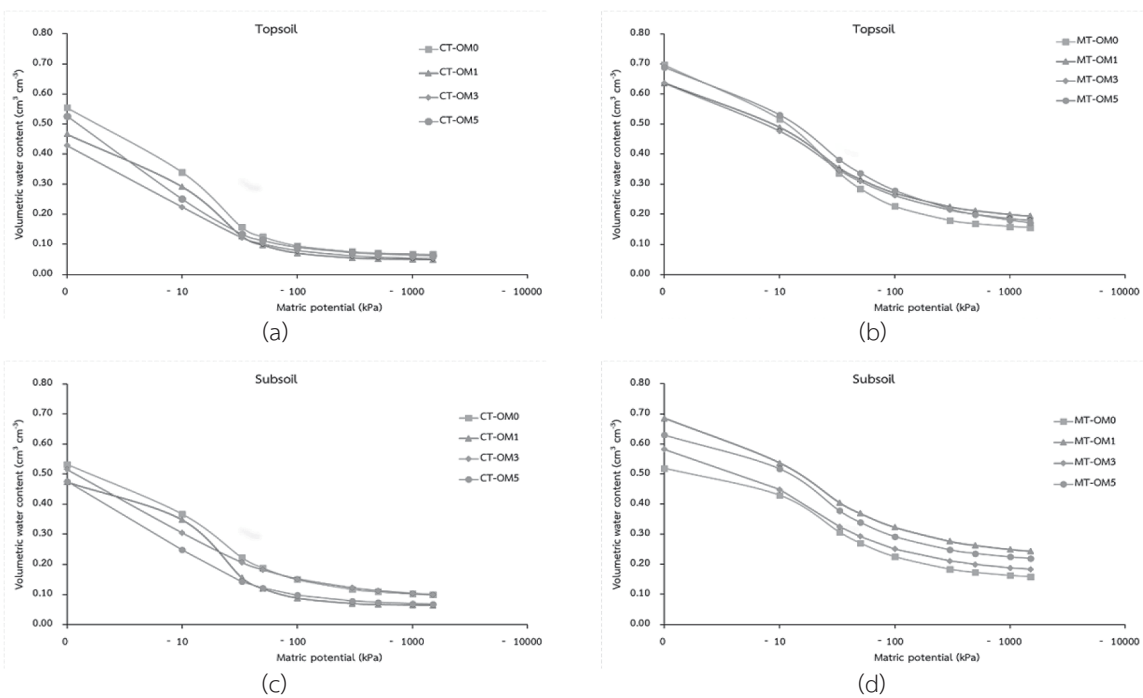

Figure 2 Effect of continuous durations of organic material application on soil water retention curve (a) topsoil-coarse texture (CT) (b) topsoil-medium texture (MT) (c) subsoil-coarse texture (CT) (d) subsoil-medium texture (MT).

สรุปผลการทดลอง

การใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้ค่า n มีแนวโน้มลู่เข้าหาค่า 1.3 ซึ่งหมายถึงดินเริ่มมีพัฒนาการที่ดี เริ่มมีโครงสร้าง ทำให้ปริมาณขนาดช่องเก็บน้ำที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณมากขึ้น ลดปริมาณช่องที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งพืชไม่สามารถนำน้ำไปใช้ได้ทันในดินเนื้อหยาบ จะพบผลการใส่วัสดุอินทรีย์อย่างต่อเนื่องต่อการกระจายขนาดช่องเฉพาะในดินล่าง 30-60 cm ส่วนในดินเนื้อปานกลาง จะพบผลเช่นเดียวกันเฉพาะในดินบน 0-30 cm

การใส่วัสดุอินทรีย์ต่อเนื่องเป็นเวลา 1-5 ปี ไม่ทำให้เส้นโค้งลักษณะความชื้นของดินแตกต่างกัน แต่ลักษณะของเส้นโค้งแตกต่างกันระหว่างดินเนื้อหยาบและเนื้อปานกลาง การใส่วัสดุอินทรีย์อย่างต่อเนื่องนาน 1-5 ปี ไม่ทำให้ความเป็นประโยชน์ของน้ำต่อพืช มีความแตกต่างจากการไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ แต่จากการวิเคราะห์ดัชนีการกระจายขนาดช่อง พบว่าดินเริ่มมีการพัฒนาตัวดีขึ้น เริ่มมีโครงสร้างที่ดี ขนาดช่องกลุ่มต่างๆ เริ่มมีการกระจายตัวที่สม่ำเสมอขึ้น สัดส่วนช่องขนาดใหญ่มีปริมาณลดลง จึงสรุปได้ว่า การใช้วัสดุอินทรีย์ในการปรับปรุงโครงสร้างดิน โดยเฉพาะการเพิ่มปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต้องใช้เวลานานกว่า 5 ปีจึงจะเห็นผลที่ชัดเจน

เอกสารอ้างอิง

กุมุท สังขศิลา. 2529. การหาค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำเพื่อใช้ศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. พิมพ์ครั้งที่ 10. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ธงชัย มาลา. 2558. อินทรียวัตถุและจุลินทรีย์ดินเพื่อการเพาะปลูก. *ใน* คัมภีร์ดินและปุ๋ยไทย สมาคมการค้าผู้ผลิตปุ๋ยไทย. หน้า 60-69. Tor Term Serm Tang. CO., LTD, กรุงเทพมหานคร.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2558. สารฮิวมิกกระตุ้นรากพืช. เกษตรอภิรมย์. 2(8): 26-28.

สามัคคี บุณยะวัฒน์ และชัยวัฒน์ คงสม. 2532. การกระจายช่องว่างขนาดต่างๆ ของดินในป่าดิบชื้นและสวนยางพาราในภาคใต้ของประเทศไทย.วารสารวนศาสตร์. 8: 42-59.

สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2535. ชลศาสตร์ในระบบดิน-พืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

สุนทรี อัครธนกุล. 2529. หลักการปฐพีฟิสิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

Arthur T.C. 1994. Mechanics of Immiscible Fluids in Porous Media. Water Resources Publications. United States, America.

Rowell D.L. 1995. Soil Science Methods & Applications. Longman Singapore, Singapore.

van Genuchten M. Th. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 892-898.