วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 2562 : 37 (2) : 293-302

ผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอนต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

Effect of Combined Application of Chemical Fertilizer and Silicon on Yield and Yield Components of Sugarcane

ยศพันธ์ สดคมขำ[1] ชัยสิทธิ์ ทองจู[1]* จุฑามาศ ร่มแก้ว[2] ณภัทร กำธรสิริวิมล และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย

Yodsaphan Sodkomkam[1], Chaisit Thongjoo[1]*, Jutamas Romkaew[2], Napat Kamthonsiriwimol[3] and Tawatchai Inboonchuay[1]

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอนต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์ลำปาง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS ผลผลิตน้ำตาล ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ยังมีผลให้ความเข้มข้นของธาตุซิลิคอนที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ

คำสำคัญ: ปุ๋ย ซิลิคอน อ้อย

Abstract

This study was to investigate the effect of combined application of chemical fertilizer and silicon on yield and yield components of sugarcane *var.* Lampang. Experimental design was randomized complete block (RCBD) consisted of 9 treatments. The study revealed that the application of 110% of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 40 kg/rai of Si gave the highest fresh yields, stalk heights, stalk diameters, weight/stalk, number of internode/stalk, CCS, sugar yields and concentrations of N, P, K in stalk which was not different from the application of 110% of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 30 or 20 kg/rai of Si. Furthermore, the application of 110% of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 40 kg/rai of Si gave the highest concentration of Si in stalk, followed by that the application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 40 kg/rai of Si and the application of 110% of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 30 kg/rai of Si which was not different from the application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 30 kg/rai of Si.

Keywords: fertilizer, silicon, sugarcane

[1]ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[2]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[3]ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

* Corresponding author, Email: agrcht@ku.ac.th และ thongjuu@yahoo.com

คำนำ

อ้อยเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีสำคัญในอุตสาหกรรมน้ำตาล โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2558) รายงานว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อย 9.96 ล้านไร่ ได้ผลผลิตอ้อยสด 109.86 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 11.03 ตัน/ไร่ ซึ่งความต้องการอ้อยภายในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่มีข้อจำกัดทั้งด้านการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิต ดังนั้น แนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตของอ้อย คือ การเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น โดยการปรับปรุงและการคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับแหล่งปลูก การเลือกฤดูกาลปลูกและการศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม เป็นต้น ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญต่อการยกระดับผลผลิตของพืชผลทางการเกษตร (ยงยุทธ โอสถสภา และคณะ, 2551) ในแต่ละปีประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยเคมีในปริมาณที่สูงขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2559 มีการนำเข้าปุ๋ยเคมีปริมาณมากถึง 4.88 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 49,301 ล้านบาท (ยุคเลศร์ อุ่นใจ, 2559) ด้วยมูลค่าของปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพง จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยที่สอดคล้องกับราคาปุ๋ย แล้วปรับใช้ให้เหมาะสมกับค่าวิเคราะห์ดิน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะเสริมสร้างความเข้มแข็งของระบบการผลิตของเกษตรกรไทยได้ (ระวิวรรณ โชติพันธ์ และคณะ, 2552; ศิริสุดา บุตรเพชร และคณะ, 2552) ซิลิคอน เป็นธาตุเสริมประโยชน์ (beneficial element) โดยร้อยละ 60 จะอยู่ในรูปของซิลิกา (SiO_2) ซึ่งพืชไม่สามารถดูดใช้ได้ ส่วนรูปกรดมอนอซิลิซิก (monosilicic acid) คือรูปที่พืชสามารถดูดใช้ได้ ซึ่งมีสูตรทางเคมี คือ H_4SiO_4 หรือ $Si(OH)_4$ แต่พบในดินปริมาณน้อยมาก (ปิยะ ดวงพัตรา, 2556; Savant *et al*., 1997) Guntzer *et al*. (2012) รายงานว่าซิลิคอนช่วยเพิ่มความต้านทานโรคและแมลงในอ้อย ช่วยชักนำให้พืชดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมได้ดีขึ้น รวมทั้งทำให้พืชทนต่อภาวะความเครียดจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม โดยเฉพาะในสภาพที่ขาดแคลนน้ำ (Haynes, 2014) อย่างไรก็ตาม หากอ้อยได้รับซิลิคอนไม่เพียงพอจะเกิดจุดวงกลมสีขาวหรือเป็นกระบริเวณใบและมีความรุนแรงมากในใบแก่ ส่งผลให้อ้อยตอมีการแตกกอน้อย (McCray *et al*., 2013; Rice *et al*., 2010) จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้ซิลิคอนเพื่อการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจในประเทศไทยมีค่อนข้างน้อย จึงเกิดแนวความคิดว่าควรมีการศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับซิลิคอนต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยในสภาพแปลง ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลที่สำคัญ และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรในการเลือกใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุเสริมประโยชน์สำหรับการผลิตอ้อยในอนาคตต่อไป

วิธีการศึกษา

ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอนต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์ลำปาง ณ แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม ซึ่งเป็นชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen soil series, Ks; Typic Haplustalfs; fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic, Soil Survey Staff, 2003) ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559-เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1 water) ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณซิลิคอนที่สกัดได้ และเนื้อดิน สำหรับสมบัติบางประการของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 1 งานทดลองนี้ประกอบด้วย 27 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 7.5 เมตร ยาว 6.0 เมตร จำนวน 5 แถว ระยะห่างระหว่างแถว 1.5 เมตร เก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยเฉพาะ 3 แถวกลาง เว้นหัวและท้ายแถวประมาณ 1 เมตร โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 4.5 x 4.0 ตารางเมตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ 9 ตำรับทดลอง โดยรายละเอียดของตำรับทดลองได้แสดงไว้ใน Table 2

Table 1 Chemical and physical properties of initial soil.

Properties	Results	Rating
pH (1:1)	7.15	neutral
EC_e (dS/m)	1.40	non-saline
Organic matter (%)[1/]	1.51	moderately
Available P (mg/kg)[2/]	81.83	very high
Exchangeable K (mg/kg)[3/]	67.73	moderately
Exchangeable Ca (mg/kg)[3/]	2,005	high
Exchangeable Mg (mg/kg)[3/]	138.88	high
Exchangeable Na (mg/kg)	26.21	-
Extractable Si (mg/kg)	10.35	low
Texture[4/]	sandy loam	-

Note [1/] = Walkley and Black method (Walkley and Black, 1934) [2/] = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)

[3/] = Extracted with NH_4OAc pH 7.0 (Pratt, 1965) [4/] = Pipette method (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2558)

การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (42 %P_2O_5) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60 %K_2O) แบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลอง ที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก โดยตำรับทดลองที่ 2-5 ใส่อัตรา 12, 3 และ 6 กก.N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ส่วนตำรับทดลองที่ 6-9 ใส่อัตรา 13.2, 3.3 และ 6.6 กก.N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (เพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ของค่าวิเคราะห์ดิน) สำหรับการใส่ปุ๋ยซิลิคอน (แคลเซียมซิลิเกต, Ca_2SiO_4) แบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลอง (ผสมคลุกเคล้าและใส่ร่วมไปกับปุ๋ยเคมี) ที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก โดยใส่อัตรา 20, 30 และ 40 กิโลกรัมต่อไร่ในตำรับทดลองที่ 3 กับ 7 ตำรับทดลองที่ 4 กับ 8 และตำรับทดลองที่ 5 กับ 9 ตามลำดับ

การเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ผลผลิตต่อไร่ จำนวนลำต่อไร่ ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาล นอกจากนี้ วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำ ได้แก่ ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมตามที่ได้อธิบายไว้โดยทัศนีย์ อัตตะนันท์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข (2542) และความเข้มข้นของธาตุซิลิคอนตามวิธีของ Nayer *et al*. (1975) โดยข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple range test (DMRT)

Table 2 Detail of treatments.

Treatments	Describes	Symbols	Quantity of major elements (kgN-P_2O_5-K_2O per rai)
T_1	no chemical fertilizer	control	0-0-0
T_2	the application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis	$IF_{DOA_100\%}$	12-3-6
T_3	the application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 20 kg/rai of Si	$IF_{DOA_100\%}$+Si_{20}	12-3-6
T_4	the application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 30 kg/rai of Si	$IF_{DOA_100\%}$ + Si_{30}	12-3-6
T_5	the application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 40 kg/rai of Si	$IF_{DOA_100\%}$ + Si_{40}	12-3-6
T_6	the application of 110% of chemical fertilizer based on soil chemical analysis	$IF_{DOA_110\%}$	13.2-3.3-6.6
T_7	the application of 110% of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 20 kg/rai of Si	$IF_{DOA_110\%}$ + Si_{20}	13.2-3.3-6.6
T_8	the application of 110% of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 30 kg/rai of Si	$IF_{DOA_110\%}$ + Si_{30}	13.2-3.3-6.6
T_9	the application of 110% of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 40 kg/rai of Si	$IF_{DOA_110\%}$ + Si_{40}	13.2-3.3-6.6

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอนต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์ลำปาง ปรากฏผลดังนี้

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

ผลผลิตและจำนวนลำต่อไร่

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับซิลิคอนอัตราต่างๆ มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดและจำนวนลำต่อไร่ของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%}$ + Si_{40}) มีผลให้ผลผลิตของอ้อยมากที่สุด (22.69 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%}$ + Si_{30}) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%}$ + Si_{20}) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดของอ้อยต่ำที่สุด (13.63 ตัน/ไร่) อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_100\%}$ +Si_{20}) มีผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยมากที่สุด (10,645 ลำ/ไร่) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{DOA_100\%}$) และตำรับควบคุม (control) ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{DOA_110\%}$) มีผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยน้อยที่สุด (9,013 ลำ/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_100\%}$ + Si_{30}) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_100\%}$ + Si_{40})

ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ และจำนวนปล้องต่อลำ

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับซิลิคอนอัตราต่างๆ มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ และจำนวนปล้องต่อลำของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3 และ Table 4) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%}$ + Si_{40}) มีผลให้ความยาวลำของอ้อยมากที่สุด (313.61 เซนติเมตร) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%}$ + Si_{30}) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%}$ + Si_{40}) ยังมีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำและน้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด (3.17 เซนติเมตร และ 2.35 กก./ลำ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%}$ + Si_{30}) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%}$ + Si_{20}) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_100\%}$ + Si_{40}) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_100\%}$ + Si_{30}) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%}$ + Si_{40}) มีผลให้จำนวนปล้องต่อลำของอ้อยมากที่สุด (31.43 ปล้อง/ลำ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%}$ + Si_{30}) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%}$ + Si_{20}) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_100\%}$ + Si_{40}) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_100\%}$ + Si_{30}) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{DOA_110\%}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ และจำนวนปล้องต่อลำของอ้อยน้อยที่สุด (268.37 เซนติเมตร, 2.51 เซนติเมตร, 1.36 กก./ลำ และ 24.59 ปล้อง/ลำ ตามลำดับ)

Table 3 Yields, number of stalks/rai, stalk heights and stalk diameters of sugarcane at 12 MAP.

Treatments	yields (ton/rai)	numbers of stalk (stalk/rai)	stalk heights (cm)	stalk diameters (cm)
T_1 = control	13.63$^{e\ 1/}$	10,021$^{c\ 1/}$	268.37$^{f\ 1/}$	2.51$^{e\ 1/}$
$T_2 = IF_{DOA_100\%}$	18.42^{d}	10,351^{b}	285.29^{e}	2.87^{d}
$T_3 = IF_{DOA_100\%} + Si_{20}$	19.48^{d}	10,645^{a}	290.36^{de}	2.93^{cd}
$T_4 = IF_{DOA_100\%} + Si_{30}$	20.23^{cd}	9,156^{e}	297.51^{c}	3.05^{abc}
$T_5 = IF_{DOA_100\%} + Si_{40}$	20.56^{bcd}	9,182^{e}	301.53^{bc}	3.08^{ab}
$T_6 = IF_{DOA_110\%}$	19.64^{d}	9,013^{e}	295.30^{cd}	3.01^{bc}
$T_7 = IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$	21.87^{abc}	9,594^{d}	305.42^{b}	3.11^{ab}
$T_8 = IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$	22.34^{ab}	9,588^{d}	308.55^{ab}	3.15^{a}
$T_9 = IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$	22.69^{a}	9,658^{d}	313.61^{a}	3.17^{a}
F-test	**	**	**	**
C V (%)	15.72	15.22	13.18	12.27

$^{1/}$ mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT.

* indicated significant difference at P< 0.05 ** indicated significant difference at P< 0.01

ค่า commercial cane sugar (CCS) และผลผลิตน้ำตาล

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับซิลิคอนอัตราต่างๆ มีผลให้ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$) มีผลให้ค่า CCS ของอ้อยมากที่สุด (11.83 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$) ยังมีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด (2.68 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยน้อยที่สุด (8.49 เปอร์เซ็นต์ และ 1.16 ตัน/ไร่ ตามลำดับ)

Table 4 Weight/stalk, number of internode/stalk, CCS and sugar yield of sugarcane at 12 MAP.

Treatments	Weight/stalk (kg)	number of internode/stalk	CCS (%)	Sugar yields (ton/rai)
T_1 = control	1.36$^{d\ 1/}$	24.59$^{c\ 1/}$	8.49$^{d\ 1/}$	1.16$^{f\ 1/}$
$T_2 = IF_{DOA_100\%}$	1.78^{c}	28.53^{b}	10.10^{c}	1.86^{e}
$T_3 = IF_{DOA_100\%} + Si_{20}$	1.83^{c}	28.76^{b}	10.21^{c}	1.99^{de}
$T_4 = IF_{DOA_100\%} + Si_{30}$	2.21^{ab}	30.62^{a}	10.78^{bc}	2.18^{c}
$T_5 = IF_{DOA_100\%} + Si_{40}$	2.24^{ab}	30.83^{a}	10.81^{bc}	2.22^{c}
$T_6 = IF_{DOA_110\%}$	2.18^{b}	30.51^{a}	10.65^{bc}	2.09^{cd}
$T_7 = IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$	2.28^{ab}	31.11^{a}	11.36^{ab}	2.48^{b}
$T_8 = IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$	2.33^{ab}	31.26^{a}	11.60^{a}	2.59^{ab}
$T_9 = IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$	2.35^{a}	31.43^{a}	11.83^{a}	2.68^{a}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	13.87	13.31	13.88	12.02

$^{1/}$ mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT.

** indicated significant difference at P< 0.01

ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อย

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับซิลิคอนอัตราต่างๆ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และซิลิคอนที่สะสมในท่อนลำของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด (0.250, 0.085 และ 0.455 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{DOA_110\%}$) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุซิลิคอนที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด (2.28 mg/kg) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_100\%} + Si_{40}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่($IF_{DOA_100\%} + Si_{30}$) ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และซิลิคอนที่สะสมในท่อนลำของอ้อยน้อยที่สุด (0.091 เปอร์เซ็นต์, 0.042 เปอร์เซ็นต์, 0.357 เปอร์เซ็นต์ และ 0.53 mg/kg ตามลำดับ)

Table 5 Concentrations of plant nutrients and Si in stalk of sugarcane at 12 MAP.

Treatments	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)	Total Si (mg/kg)
T_1 = control	0.091$^{d\ 1/}$	0.042$^{d\ 1/}$	0.357$^{e\ 1/}$	0.53$^{f\ 1/}$
$T_2 = IF_{DOA_100\%}$	0.218^{c}	0.062^{c}	0.424^{d}	0.77^{e}
$T_3 = IF_{DOA_100\%} + Si_{20}$	0.226^{bc}	0.066^{bc}	0.430^{cd}	1.36^{d}
$T_4 = IF_{DOA_100\%} + Si_{30}$	0.227^{bc}	0.068^{b}	0.432^{cd}	1.63^{c}
$T_5 = IF_{DOA_100\%} + Si_{40}$	0.230^{b}	0.071^{b}	0.435^{bcd}	2.14^{b}
$T_6 = IF_{DOA_110\%}$	0.241^{a}	0.079^{a}	0.443^{abc}	0.83^{e}
$T_7 = IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$	0.242^{a}	0.080^{a}	0.448^{ab}	1.42^{d}
$T_8 = IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$	0.246^{a}	0.083^{a}	0.451^{a}	1.68^{c}
$T_9 = IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$	0.250^{a}	0.085^{a}	0.455^{a}	2.28^{a}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	12.69	13.72	12.73	13.98

$^{1/}$ mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT.

** indicated significant difference at P< 0.01

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอน มีแนวโน้มให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อยดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียว ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (control) มีผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อยต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาวจะมีผลให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการสร้างผลผลิตของพืช (ชัยสิทธิ์ ทองจู และปาจรีย์ แน่นหนา, 2552; นรีรัตน์ ชูช่วย และคณะ, 2553; วิษณุ จีนยิ้ว และคณะ, 2556; ชัยสิทธิ์ ทองจู และคณะ, 2560) นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับซิลิคอนในอัตราที่สูงขึ้น (ตำรับทดลองที่ 6-9) มีผลให้ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อยโดยภาพรวมสูงกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับซิลิคอนในอัตราที่ต่ำกว่า (ตำรับทดลองที่ 2-5)

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอนต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้ คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS ผลผลิตน้ำตาล ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ยังมีผลให้ความเข้มข้นของธาตุซิลิคอนที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมาก

ที่สุด รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ

การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำปุ๋ยเคมีใช้ร่วมกับซิลิคอนสำหรับการปลูกอ้อย ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยโดยภาพรวมค่อนข้างดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม ควรศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดินในช่วงที่ทำการศึกษาด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการวิจัย ระหว่างภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) รวมทั้งบริษัท วาย.วี.พี เฟอร์ติไลเซอร์ จำกัด ที่สนับสนุนปุ๋ยเคมีตลอดระยะการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. 21-24 น. ใน เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2558. คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบโสตทัศนูปกรณ์. คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ชัยสิทธิ์ ทองจู และปาจรีย์ แน่นหนา. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน (ปีที่ 1). วารสารดินและปุ๋ย. 31 (1) : 6-26.

ชัยสิทธิ์ ทองจู, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ศุภชัย อำคา และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2560. ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้ของโรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตอ้อย และสมบัติของดิน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 6 (1) : 21-32.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นรีรัตน์ ชูช่วย ชัยสิทธิ์ ทองจู และศุภชัย อำคา. 2553. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโต
และผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, น. 21-32. ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2556. สารปรับปรุงดิน. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยุคเลศร์ อุ่นใจ. 2559. สถิติปริมาณปุ๋ยเคมีนำเข้า. วารสารดินและปุ๋ย. 38 (1-4) : 84.

ระวิวรรณ โชติพันธ์ ชัยสิทธิ์ ทองจู กุมุท สังขศิลา จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์.2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินฝั่งแดงปลายฤดูฝน, น. 60-71. ใน การประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

วิษณุ จีนยิ้ว ชัยสิทธิ์ ทองจู ศุภชัย อำคา ทศพล พรพรหม และศิริสุดา บุตรเพชร. 2556. การใช้ประโยชน์ของ
วัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตของอ้อย, น. 86-99. ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

ศิริสุดา บุตรเพชร ชัยสิทธิ์ ทองจู กุมุท สังขศิลา จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการ

ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสนปลายฤดูฝน, น. 51-62. *ในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ,* นครปฐม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2556-2558. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Sci. 59: 39-45.

Guntzer, F., C. Keller and J.D. Meunler. 2012. Benefits of plant silicon for crops: a review. Agron. Sustain. Develop. 32: 201-213.

Haynes, R.J. 2014. A contemporary overview of silicon availability in agricultural soils. J. Plant Nutr. Soil Sci. 177: 831-834.

McCray, J.M., R.W. Rice, L.V. Ezenwa, T.A. Lang and L. Beucum. 2013. Sugarcane plant nutrient diagnosis. Agronomy Department, Florida.

Nayer, P.K., Misra, A.K. and K.S. Patnai. 1975. Rapid microdetermination of silicon in rice plant. Plant and Soil. 42: 491-494.

Pratt, P.F. 1965. Potassium. p. 1022-1030. In C.A. Black, ed. Methods of Soil Analysis. Part II. Amer. Soc. of Agron, Inc. Madison, Wisconsin.

Rice, R.W., R.A. Gilbert and J.M. McCray. 2010. Nutritional requirements for Florida sugarcane. Agronomy Department, Florida.

Savant, N.K., L.E. Dantnoff and G.H. Synder. 1997. Depletion of plant available silicon in soil: a possible cause of declining rice yields. Common. Soil Sci. Plant Anal. 28: 1245-1252.

Soil Survey Staff. 2003. Key to Soil Taxonomy: Ninth Edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington, D.C. 332 p.

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.

วันรับบทความ (Received date) : 2 พ.ย. 60
วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 23 ก.พ. 61
วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 8 มิ.ย. 61