

ผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอนต่อการเจริญเติบโต
และผลผลิตของอ้อยตอ (ปีที่ 1) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน

Effect of Chemical Fertilizer Management in Combination with Silicon on Growth and
Yield of First Ratoon Cane Planted in Kamphaeng Saen Soil Series

ณัฐภัทร ทาวรกีการ¹ ชัยสิทธิ์ ทองจู^{1*} ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย¹ ทศพล พรพรหม²
และธีรยุทธ คล้าชื่น³

Nattapat Thawornkitjakarn¹ Chaisit Thongjoo^{1*} Tawatchai Inboonchuay¹

Tosapon Pornprom² and Teerayut Klumchaun³

Abstract: This study was to investigate the effect of chemical fertilizer management in combination with silicon (si) on growth and yield of first ratoon cane var. Lampang planted in Kamphaeng Saen soil series. Experimental design was arranged in Randomized Complete Block (RCBD) with three replications and consisting of nine treatments. The study revealed that the application of 10% more of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 40 kg/rai of Si gave the highest of fresh yield, stalk height, stalk diameter, weight/stalk, number of internode/stalk, CCS, sugar yield and concentrations of N, P, K in stalk but were not significantly different from the application of 10% more of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 30 or 20 kg/rai of Si. Furthermore, the application of 10% more of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 40 kg/rai of Si gave the highest concentration of Si in stalk but not significantly different from the application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis in combination with 40 kg/rai of Si.

Keywords: Fertilizer, Silicon (Si), Sugarcane

บทคัดย่อ : ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอ (ปีที่ 1) พันธุ์ลำปาง ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 9 ตำรับการทดลอง ผลการทดลองพบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ มีผลให้ผลผลิตอ้อยสด ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS ผลผลิตน้ำตาล ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในท่อน

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhorn Pathom, 73140.

² ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhorn Pathom 73140.

³ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12130
Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12130.

* Corresponding author: agrcht@ku.ac.th และ thongjoo@yahoo.com

ล่ำของอ้อยมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ยังมีผลให้ความเข้มข้นของธาตุซิลิคอนที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่

คำสำคัญ: ปุ๋ย, ซิลิคอน, อ้อย

คำนำ

อ้อยเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีสำคัญในอุตสาหกรรมน้ำตาล โดยสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (2560) รายงานว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อย 10.99 ล้านไร่ ได้ผลผลิตอ้อยสด 103.53 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 9.43 ตัน/ไร่ ซึ่งความต้องการอ้อยภายในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่มีข้อจำกัดทั้งด้านการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิต ดังนั้น แนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตของอ้อย คือ การเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น โดยการปรับปรุงและการคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับแหล่งปลูก การศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม เป็นต้น ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญต่อการยกระดับผลผลิตของพืชผลทางการเกษตร (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ในแต่ละปีประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยเคมีในปริมาณที่สูงขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2560 มีการนำเข้าปุ๋ยเคมีปริมาณมากถึง 5.82 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 57,803 ล้านบาท (ยุคเลศร์, 2561) ด้วยมูลค่าของปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพงจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยที่สอดคล้องกับราคาปุ๋ย แล้วปรับใช้ให้เหมาะสมกับค่าวิเคราะห์ดิน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะเสริมสร้างความเข้มแข็งของระบบการผลิตของเกษตรกรไทยได้ (ระวีวรรณ และคณะ, 2552; ศิริสุดา และคณะ, 2552) ซิลิคอน เป็นธาตุเสริมประโยชน์ (beneficial element) โดยร้อยละ 60 จะอยู่ในรูปของซิลิกา (SiO_2) ซึ่งพืชไม่สามารถดูดใช้ได้ ส่วนรูปกรดมอนอซิลิกิก (monosilicic acid) คือรูปที่พืชสามารถดูดใช้ได้ ซึ่งมีสูตรทางเคมี คือ

H_4SiO_4 หรือ $\text{Si}(\text{OH})_4$ แต่พบในดินปริมาณน้อยมาก (ปิยะ, 2556; Savant *et al.*, 1997) Guntzer *et al.* (2012) รายงานว่าซิลิคอนช่วยเพิ่มความต้านทานโรคและแมลงในอ้อย ช่วยชักนำให้พืชดูดน้ำในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมได้ดีขึ้น รวมทั้งทำให้พืชทนต่อภาวะความเครียดจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม โดยเฉพาะในสภาพที่ขาดแคลนน้ำ (Haynes, 2014) อย่างไรก็ตาม หากอ้อยได้รับซิลิคอนไม่เพียงพอจะเกิดจุดวงกลมสีขาวหรือเป็นกระบริเวณใบและมีความรุนแรงมากในใบแก่ส่งผลให้อ้อยต่อการแตกกอ (McCray *et al.*, 2013; Rice *et al.*, 2010) จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้ซิลิคอนเพื่อการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจในประเทศไทยมีค่อนข้างน้อย จึงเกิดแนวคิดที่จะทำการศึกษาต่อเนื่องอีก 1 ปีในสภาพพื้นที่เดิมของยศพันธ์ และคณะ (2562) เพื่อต้องการยืนยันผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยต่อ (ปีที่ 1) ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลที่สำคัญ และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรในการเลือกใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับธาตุเสริมประโยชน์สำหรับการผลิตอ้อยในอนาคตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอนต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยต่อ (ปีที่ 1) พันธุ์ลำปาง ซึ่งเป็นพื้นที่ทดลองต่อเนื่องจากยศพันธ์ และคณะ (2562) ณ แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม ซึ่งเป็น

ชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen soil series, Ks; Typic Haplustalfs; fine-silty, mixed, semiac-tive, isohyperthermic, Soil Survey Staff, 2003) ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางประชากรของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1 water) ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณซิลิคอนที่สกัดได้ และ

เนื้อดิน สำหรับสมบัติทางประชากรของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 1 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ 9 ดำรับทดลอง ประกอบด้วย 27 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 7.5 เมตร ยาว 6.0 เมตร จำนวน 5 แถว ระยะห่างระหว่างแถว 1.5 เมตร เก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยเฉพาะ 3 แถวกลาง เว้นหัวและท้ายแถวประมาณ 1 เมตร โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 4.5×4.0 ตารางเมตร โดยรายละเอียดของดำรับทดลองได้แสดงไว้ใน 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
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)

Table 2 Detail of treatments

Treatments	Describes	Symbols	Quantity of major elements (kgN-P2O5-K2O 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%}	18-6-18
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	18-6-18
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	18-6-18
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	18-6-18
T ₆	the application of 110% of chemical fertilizer based on soil chemical analysis	IF _{DOA_110%}	19.8-6.6-19.8
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	19.8-6.6-19.8
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	19.8-6.6-19.8
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	19.8-6.6-19.8

การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (42%P₂O₅) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K₂O) แบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละดำรับทดลองที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังตัดแต่งตอ โดยดำรับทดลองที่ 2-5 ใส่อัตรา 18, 6 และ 18 กก. N, P₂O₅ และ K₂O ต่อไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ส่วนดำรับทดลองที่ 6-9 ใส่อัตรา 19.8, 6.6 และ 19.8 กก. N, P₂O₅ และ K₂O ต่อไร่ ตามลำดับ (เพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ของค่าวิเคราะห์ดิน) สำหรับการใส่ปุ๋ยซิลิคอน (แคลเซียมซิลิเกต, Ca₂SiO₄) แบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละดำรับทดลอง (ผสมคลุกเคล้าและใส่ร่วมไปกับปุ๋ยเคมี) ที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังตัดแต่งตอ โดยใส่

อัตรา 20, 30 และ 40 กก./ไร่ ในดำรับทดลองที่ 3 กับ 7 ดำรับทดลองที่ 4 กับ 8 และดำรับทดลองที่ 5 กับ 9 ตามลำดับ

การเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังตัดแต่งตอ ได้แก่ ผลผลิตต่อไร่ จำนวนลำต่อไร่ ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาล นอกจากนี้ วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำ ได้แก่ ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมตามที่ได้อธิบายไว้โดยทัศนีย์และจรัส (2542) และความเข้มข้นของธาตุซิลิคอนตามวิธีของ Nayer et al. (1975) โดยข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple range test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอ (ปีที่ 1) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของอ้อยตอ (ปีที่ 1)

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับซิลิคอนอัตราต่างๆ มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังตัดแต่งตอ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือที่อายุ 3 และ 8 เดือนหลังตัดแต่งตอ พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$) มีผลให้

ความสูงของต้นอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_100\%} + Si_{40}$) ที่อายุ 6 เดือนหลังตัดแต่งตอ พบว่าทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับซิลิคอนอัตราต่างๆ มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยใกล้เคียงกันในช่วง 234.84-243.91 ซม. ส่วนที่อายุ 9 เดือนหลังตัดแต่งตอ พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$) มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยมากที่สุด (324.87 ซม.) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$)

Table 3 Height of first ratoon cane at different stages.

Treatments	Height (cm)			
	3 MAP ^{1/}	6 MAP ^{1/}	8 MAP ^{1/}	9 MAP ^{1/}
T1 = control	78.81 ^{a 2/}	170.21 ^{b 2/}	225.91 ^{e 2/}	246.12 ^{f 2/}
T2 = $IF_{DOA_100\%}$	119.31 ^c	234.84 ^a	271.42 ^d	281.43 ^e
T3 = $IF_{DOA_100\%} + Si_{20}$	126.26 ^{bc}	235.93 ^a	286.44 ^c	299.87 ^d
T4 = $IF_{DOA_100\%} + Si_{30}$	127.28 ^{bc}	238.47 ^a	299.13 ^{bc}	306.84 ^{cd}
T5 = $IF_{DOA_100\%} + Si_{40}$	128.23 ^{a bc}	240.92 ^a	302.45 ^{ab}	309.89 ^{bcd}
T6 = $IF_{DOA_110\%}$	126.58 ^{bc}	237.43 ^a	296.83 ^{bc}	302.95 ^{cd}
T7 = $IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$	130.85 ^{ab}	241.19 ^a	305.15 ^{ab}	312.59 ^{bc}
T8 = $IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$	131.21 ^{ab}	241.26 ^a	305.73 ^{ab}	318.16 ^{ab}
T9 = $IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$	136.55 ^a	243.91 ^a	316.06 ^a	324.87 ^a
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	13.91	12.08	12.96	12.77

^{1/}Months after planting

^{2/}mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by using DMRT

** indicated significant difference at p<0.01

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับ ซิลิคอนอัตราต่างๆ มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตร ของอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังตัดแต่งต่อ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ ที่อายุ 3 เดือนหลังตัดแต่งต่อ พบว่า การใส่ ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ย ซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{110\%}} + Si_{40}$) มีผลให้ จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยมากที่สุด (12.89 ลำ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของ ค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{110\%}} + Si_{30}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของ ค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{110\%}} + Si_{20}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{100\%}} + Si_{40}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{100\%}} + Si_{30}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ ดิน ($IF_{DOA_{110\%}}$) ที่อายุ 6 เดือนหลังตัดแต่งต่อ พบ ว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{110\%}} + Si_{40}$) มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยมากที่สุด (13.97 ลำ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{110\%}} + Si_{30}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{110\%}} + Si_{20}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{100\%}} + Si_{40}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่า วิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{100\%}} + Si_{30}$) ที่อายุ 8 เดือนหลัง ตัดแต่งต่อ พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของ ค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{110\%}} + Si_{40}$) มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตร ของอ้อยมากที่สุด (13.68 ลำ) ไม่แตกต่างกับการใส่ ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ย ซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{110\%}} + Si_{30}$) การใส่ปุ๋ย

เคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอน อัตรา 20 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{110\%}} + Si_{20}$) และการใส่ปุ๋ย เคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{100\%}} + Si_{40}$) ส่วนที่อายุ 9 เดือนหลัง ตัดแต่งต่อ พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของ ค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{110\%}} + Si_{40}$) มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตร ของอ้อยมากที่สุด (13.55 ลำ) ไม่แตกต่างกับการ ใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับ ปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{110\%}} + Si_{30}$) และ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ ($IF_{DOA_{110\%}} + Si_{20}$)

อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าจำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 8 และ 9 เดือนหลังตัดแต่ง ต่อ มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเมื่ออ้อยมี การเจริญเติบโตในด้านความสูงเพิ่มขึ้น จึงมีผลให้เกิด การบังแสงทำให้แสงแดดที่ส่องผ่านเข้าไปในกออ้อย มีปริมาณลดลง ดังนั้น เมื่อหน่ออ้อยที่เกิดขึ้นใหม่ไม่ ได้รับแสงอย่างเหมาะสม ก็ส่งผลให้ประสิทธิภาพการ สังเคราะห์แสงลดลง หรืออาจเป็นผลจากการแก่งแย่ง ธาตุอาหาร การสะสมของโรคและแมลงจึงทำให้หน่อ ใหม่ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ ซึ่งผลการทดลอง ดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของชัยสิทธิ์ และปาจารย์ (2552) จุฑามาศ และคณะ (2553) นริรัตน์ และคณะ (2553) เยาวลักษณ์ และคณะ (2554) ปิยพงศ์ และ คณะ (2555) วิษณุ และคณะ (2556) ปิยวรรณ และ คณะ (2557) พชรกร และคณะ (2558) ชัยสิทธิ์ และ คณะ (2560) นัฐพร และคณะ (2561) ภิญาพัชญ์ และคณะ (2561) และยศพันธ์ และคณะ (2562)

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วม กับซิลิคอนอัตราต่างๆ มีผลให้ค่าความเขียวของ ใบอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังตัดแต่ง ต่อ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ ที่อายุ 3 และ 6 เดือนหลังตัด แต่งต่อ พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่า วิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่

(IF_{DOA_110%} + Si₄₀) มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ่อนมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ (IF_{DOA_110%} + Si₃₀) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ (IF_{DOA_110%} + Si₂₀) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ (IF_{DOA_100%} + Si₄₀) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ (IF_{DOA_100%} + Si₃₀) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดิน (IF_{DOA_110%}) ส่วนที่อายุ 8 และ 9 เดือนหลังตัดแต่งตอ พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ (IF_{DOA_110%+Si_40}) มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ่อนมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ (IF_{DOA_110%} + Si₃₀) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ (IF_{DOA_110%} + Si₂₀) การใส่ปุ๋ยเคมี

ตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ (IF_{DOA_100%} + Si₄₀) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ (IF_{DOA_100%} + Si₃₀) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดิน (IF_{DOA_110%}) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ (IF_{DOA_100%+Si_20}) โดยมีข้อสังเกตว่าค่าความเขียวของใบอ่อนที่อายุ 8 และ 9 เดือนหลังตัดแต่งตอ มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินกำแพงแสนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในระดับปานกลาง ดังนั้นปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ลดลงตามระยะเวลา จึงส่งผลให้ค่าความเขียวของใบอ่อนลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์นั่นเอง (ยงยุทธ, 2558) อย่างไรก็ตาม ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงของต้นจำนวนลำใน 1 แถวเมตร และค่าความเขียวของใบอ่อนน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

Table 4 Number of stalk within one-meter row of first ratoon cane at different stages.

Treatments	Number of stalk within one-meter row			
	3 MAP ^{1/}	6 MAP ^{1/}	8 MAP ^{1/}	9 MAP ^{1/}
T1 = control	9.74 ^{d 2/}	11.16 ^{d 2/}	10.55 ^{d 2/}	10.23 ^{a 2/}
T2 = IF _{DOA_100%}	11.44 ^c	12.28 ^c	12.11 ^c	12.05 ^f
T3 = IF _{DOA_100%} + Si ₂₀	11.75 ^{bc}	12.42 ^c	12.34 ^c	12.26 ^e
T4 = IF _{DOA_100%} + Si ₃₀	12.34 ^{abc}	13.24 ^{abc}	13.10 ^b	13.08 ^c
T5 = IF _{DOA_100%} + Si ₄₀	12.48 ^{ab}	13.45 ^{ab}	13.28 ^{ab}	13.22 ^{bc}
T6 = IF _{DOA_110%}	12.17 ^{abc}	12.66 ^{bc}	12.53 ^c	12.46 ^d
T7 = IF _{DOA_110%} + Si ₂₀	12.64 ^{ab}	13.69 ^a	13.42 ^{ab}	13.38 ^{ab}
T8 = IF _{DOA_110%} + Si ₃₀	12.76 ^a	13.81 ^a	13.54 ^{ab}	13.46 ^a
T9 = IF _{DOA_110%} + Si ₄₀	12.89 ^a	13.97 ^a	13.68 ^a	13.55 ^a
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	14.17	13.47	13.05	12.79

^{1/}Months after planting

^{2/}mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by using DMRT

** indicated significant difference at p<0.01

Table 5 Leaf greenness (SPAD reading) of first ratoon cane at different stages.

Treatments	Leaf greenness (SPAD reading)			
	3 MAP ^{1/}	6 MAP ^{1/}	8 MAP ^{1/}	9 MAP ^{1/}
T1 = control	34.43 ^{c 2/}	33.47 ^{c 2/}	32.21 ^{c 2/}	29.58 ^{c 2/}
T2 = IF _{DOA_100%}	36.21 ^b	41.94 ^b	38.23 ^b	37.14 ^b
T3 = IF _{DOA_100%} + Si ₂₀	36.26 ^b	42.04 ^b	40.21 ^{ab}	39.11 ^a
T4 = IF _{DOA_100%} + Si ₃₀	37.38 ^{ab}	42.55 ^{ab}	40.54 ^{ab}	39.41 ^a
T5 = IF _{DOA_100%} + Si ₄₀	37.50 ^{ab}	43.23 ^{ab}	41.72 ^a	40.32 ^a
T6 = IF _{DOA_110%}	37.34 ^{ab}	42.50 ^{ab}	40.45 ^{ab}	39.35 ^a
T7 = IF _{DOA_110%} + Si ₂₀	37.60 ^{ab}	43.30 ^{ab}	41.87 ^a	40.37 ^a
T8 = IF _{DOA_110%} + Si ₃₀	39.61 ^a	44.58 ^{ab}	42.10 ^a	40.45 ^a
T9 = IF _{DOA_110%} + Si ₄₀	39.63 ^a	45.70 ^a	42.23 ^a	40.58 ^a
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	13.62	14.28	13.27	12.38

^{1/}Months after planting^{2/}mean within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by using DMRT

** indicated significant difference at p<0.01

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอ (ปีที่ 1)

2.1 ผลผลิตและจำนวนลำต่อไร่

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับซิลิคอนอัตราต่างๆ มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดและจำนวนลำต่อไร่ของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังตัดแต่งตอ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ (IF_{DOA_110%} + Si₄₀) มีผลให้ผลผลิตของอ้อยมากที่สุด (23.56 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ (IF_{DOA_110%} + Si₃₀) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ (IF_{DOA_110%} + Si₂₀) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ (IF_{DOA_100%} + Si₄₀) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (IF_{DOA_100%}) มีผลให้จำนวนลำต่อไร่ของ

อ้อยมากที่สุด (10,350 ลำ/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ (IF_{DOA_100%} + Si₂₀) ขณะที่ค่าควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดและจำนวนลำต่อไร่ของอ้อยต่ำที่สุด (10.59 ตัน/ไร่ และ 8,750 ลำ/ไร่ ตามลำดับ)

2.2 ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ และจำนวนปล้องต่อลำ

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับซิลิคอนอัตราต่างๆ มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ และจำนวนปล้องต่อลำของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังตัดแต่งตอ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6 และ Table 7) กล่าวคือการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ (IF_{DOA_110%} + Si₄₀) มีผลให้ความยาวลำและน้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด (317.61 ซม. และ 2.41 กก./ลำ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10%

ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$) ยังมีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยมากที่สุด (3.24 ซม.) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_100\%} + Si_{40}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_100\%} + Si_{30}$) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น

10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$) มีผลให้จำนวนปล้องต่อลำของอ้อยมากที่สุด (32.15 ปล้อง/ลำ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_100\%} + Si_{40}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_100\%} + Si_{30}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{DOA_110\%}$) ขณะที่ดำรับควบคุม (control) มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ และจำนวนปล้องต่อลำของอ้อยน้อยที่สุด (253.72 ซม., 2.44 ซม., 1.21 กก./ลำ และ 24.12 ปล้อง/ลำ ตามลำดับ)

Table 6 Yields, number of stalk/rai, stalk height and stalk diameter of first ratoon cane at 12 MAP.

Treatments	Yield (ton/rai)	Number of stalk (stalk/rai)	Stalk height (cm)	Stalk diameter (cm)
T1 = control	10.59 ^{e 1/}	8,750 ^{e 1/}	253.72 ^{f 1/}	2.44 ^{e 1/}
T2 = $IF_{DOA_100\%}$	18.73 ^d	10,350 ^a	290.72 ^e	2.94 ^d
T3 = $IF_{DOA_100\%} + Si_{20}$	19.56 ^{cd}	10,080 ^{ab}	297.58 ^{de}	3.00 ^{cd}
T4 = $IF_{DOA_100\%} + Si_{30}$	20.83 ^{bcd}	9,264 ^d	305.49 ^{bcd}	3.10 ^{abc}
T5 = $IF_{DOA_100\%} + Si_{40}$	21.31 ^{abc}	9,266 ^d	308.56 ^{bc}	3.13 ^{abc}
T6 = $IF_{DOA_110\%}$	20.21 ^{cd}	9,110 ^d	303.53 ^{cd}	3.05 ^{bcd}
T7 = $IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$	22.63 ^{ab}	9,718 ^c	311.67 ^{abc}	3.17 ^{ab}
T8 = $IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$	23.39 ^a	9,832 ^{bc}	313.70 ^{ab}	3.23 ^a
T9 = $IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$	23.56 ^a	9,784 ^{bc}	317.61 ^a	3.24 ^a
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	14.17	13.85	13.58	12.59

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

** indicated significant difference at p<0.01

2.3 ค่า commercial cane sugar (CCS) และผลผลิตน้ำตาล

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดี่ยว หรือใส่ร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตราต่างๆ มีผลให้ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังตัดแต่งตอ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 7) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$) มีผลให้ค่า CCS ของอ้อยมากที่สุด (12.21 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา

20 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_100\%} + Si_{40}$) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด (2.88 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$) ขณะที่ค่าควบคุม (control) มีผลให้ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยน้อยที่สุด (8.32 เปอร์เซ็นต์ และ 0.88 ตัน/ไร่ ตามลำดับ)

Table 7 Weight/stalk, number of internode/stalk, CCS and sugar yield of first ratoon cane at 12 MAP.

Treatments	Weight/stalk (kg)	Number of internode/stalk	CCS (%)	Sugar yield (ton/rai)
T1 = control	1.21 ^{g 1/}	24.12 ^{d 1/}	8.32 ^{c 1/}	0.88 ^{f 1/}
T2 = $IF_{DOA_100\%}$	1.81 ^f	28.74 ^c	10.25 ^b	1.92 ^e
T3 = $IF_{DOA_100\%} + Si_{20}$	1.94 ^e	29.23 ^{bc}	10.31 ^b	2.02 ^{de}
T4 = $IF_{DOA_100\%} + Si_{30}$	2.25 ^{cd}	30.84 ^{abc}	10.84 ^b	2.26 ^c
T5 = $IF_{DOA_100\%} + Si_{40}$	2.30 ^{bcd}	31.22 ^{ab}	11.72 ^a	2.50 ^b
T6 = $IF_{DOA_110\%}$	2.22 ^d	30.76 ^{abc}	10.73 ^b	2.17 ^{cd}
T7 = $IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$	2.33 ^{abc}	31.64 ^a	11.89 ^a	2.69 ^{ab}
T8 = $IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$	2.38 ^{ab}	31.83 ^a	12.18 ^a	2.85 ^a
T9 = $IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$	2.41 ^a	32.15 ^a	12.21 ^a	2.88 ^a
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	12.78	11.45	12.44	13.12

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

** indicated significant difference at $p < 0.01$

2.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในท่อน้ำของอ้อย

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับซิลิคอนอัตราต่างๆ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และซิลิคอนที่สะสมในท่อน้ำของอ้อยที่อายุ 12 เดือนหลังตัดแต่งตอ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 8) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนที่สะสมในท่อน้ำของอ้อยมากที่สุด (0.259 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่สะสมในท่อน้ำ

ของอ้อยมากที่สุด (0.091 และ 0.462 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุซิลิคอนที่สะสมในท่อน้ำของอ้อยมากที่สุด (2.43 มก./กก.) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ($IF_{DOA_100\%} + Si_{40}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และซิลิคอนที่สะสมในท่อน้ำของอ้อยน้อยที่สุด (0.086 เปอร์เซ็นต์, 0.039 เปอร์เซ็นต์, 0.346 เปอร์เซ็นต์ และ 0.48 มก./กก. ตามลำดับ)

Table 8 Concentrations of major plant nutrients and Si in stalk of first ratoon cane at 12 MAP.

Treatments	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)	Extractable Si (mg/kg)
T1 = control	0.086 ^{f 1/}	0.039 ^{a 1/}	0.346 ^{e 1/}	0.48 ^{f 1/}
T2 = $IF_{DOA_100\%}$	0.222 ^e	0.065 ^d	0.430 ^d	0.84 ^e
T3 = $IF_{DOA_100\%} + Si_{20}$	0.228 ^{de}	0.070 ^{cd}	0.432 ^{cd}	1.40 ^d
T4 = $IF_{DOA_100\%} + Si_{30}$	0.231 ^d	0.072 ^{cd}	0.436 ^{cd}	1.72 ^c
T5 = $IF_{DOA_100\%} + Si_{40}$	0.235 ^d	0.075 ^c	0.440 ^c	2.36 ^a
T6 = $IF_{DOA_110\%}$	0.244 ^c	0.082 ^b	0.450 ^b	0.96 ^a
T7 = $IF_{DOA_110\%} + Si_{20}$	0.248 ^{bc}	0.086 ^{ab}	0.453 ^{ab}	1.48 ^d
T8 = $IF_{DOA_110\%} + Si_{30}$	0.253 ^{ab}	0.088 ^{ab}	0.458 ^{ab}	1.88 ^b
T9 = $IF_{DOA_110\%} + Si_{40}$	0.259 ^a	0.091 ^a	0.462 ^a	2.43 ^a
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	12.19	13.51	12.43	11.65

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

** indicated significant difference at $p < 0.01$

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอน มีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อยดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมี แต่เพียงอย่างเดียว ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (control) มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อยต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาวจะมีผลให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช (ชัยสิทธิ์ และ ปาจริย์, 2552; จุฑามาศ และคณะ, 2553; นริรัตน์ และคณะ, 2553; เยาวลักษณ์ และคณะ, 2554; ปิยพงศ์ และคณะ, 2555; วิษณุ และคณะ, 2556; ปิยวรรณ และคณะ, 2557; พชรกร และคณะ, 2558; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2560; นัฐพร และคณะ, 2561; ภิญญาพัชญ์ และคณะ, 2561) นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับซิลิคอนในอัตราที่สูงขึ้น (ตำรับทดลองที่ 6-9) มีผลให้การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อยโดยภาพรวมสูงกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับซิลิคอนในอัตราที่ต่ำกว่า (ตำรับทดลองที่ 2-5) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานทดลองของยศพันธ์ และคณะ (2562)

สรุป

การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10 % ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยต่อ (ปีที่ 1) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน โดยมีผลให้ความสูงของต้นจำนวนลำใน 1 แถวเมตร ค่าความเขียวของใบอ้อย ผลผลิตอ้อยสด ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS ผลผลิตน้ำตาล ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ

การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 30 กก./ไร่ หรือการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 20 กก./ไร่ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ ยังให้ผลให้ความเข้มข้นของธาตุซิลิคอนที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยซิลิคอนอัตรา 40 กก./ไร่ การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำปุ๋ยเคมีใช้ร่วมกับซิลิคอนสำหรับการปลูกอ้อย ซึ่งส่งผลให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของอ้อยโดยภาพรวมค่อนข้างดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม ควรศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางประการของดินในช่วงที่ทำการศึกษาด้วย

คำขอบคุณ

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

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใส่ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. 21-24 น. ในเอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2558. คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบไฮโดรทศนูปกรณ์. คณะเกษตร กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- ชัยสิทธิ์ ทองจู, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ศุภชัย อำคา และ รัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2560. ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้ของโรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และซีเถ้าลอยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตอ้อย และสมบัติของดิน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6(1): 21-32.

- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และจรงค์ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน และพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นัฐพร กลิ่นหอม, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, ทศพล พรพรม และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2561. ผลของการจัดการปุ๋ยธาตุอาหารหลักร่วมกับสังกะสีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย. วารสารแก่นเกษตร 46 (4): 709-720.
- ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, ศุภชัย อำคา และชาลินี คงสุด. 2555. ผลของกากน้ำตาล ผงซุรูล (อามิ-อามิ) ผสมซีเถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย, น. 1209-1221. ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.
- ปิยวรรณ พุ่มพวง, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, ธงชัย มาลา, ศุภชัย อำคา, วิภาวรรณ ท้ายเมือง, ชาลินี คงสุด, ธีรยุทธ คล้าชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์ และศิริสุดา บุตรเพชร. 2557. ประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยยูเรียชนิดต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย, 11-23 น. ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 11 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.
- พชรกรบุญเลี้ยง, ชัยสิทธิ์ทองจุ, ทศพลพรพรม, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, ชาลินี คงสุด, ธีรยุทธ คล้าชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ธนสมณท์ กุลการณย์เลิศ, อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ, รุจิกร ศรีแมนมวง และศิริสุดา บุตรเพชร. 2558. ผลของปุ๋ยยูเรียปลดปล่อยช้าที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยต่อปีที่ 1, 609-619 น.
- ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนครั้งที่ 12 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.
- ปิยะ ดวงพัตรา. 2556. สารปรับปรุงดิน. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ภิญญาพัชญ์ มิ่งมิตร, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, จุฑามาศ ร่มแก้ว, สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2561. ผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับไบรอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 7(1) : 1-14.
- ยงยุทธ ไสยธสสา. 2558. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ ไสยธสสา, อรรถศิษฐ์วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต สงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ยศพันธ์ สดคมขำ, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, จุฑามาศ ร่มแก้ว, ณภัทร กำธรสิริวิมล และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2562. ผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับซิลิคอนต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 37 (2): in press.
- ยุคเลศร์ อุ๋นใจ. 2561. สถิติปริมาณปุ๋ยเคมีนำเข้า. วารสารดินและปุ๋ย 40(1) : 90.
- ระวีวรรณ โชติพันธ์, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินฝั่งแดงปลายฤดูฝน, น. 60-71. ใน การประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

- วิชญ์ จินยัว, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, ศุภชัย อำคา, ทศพล พรพรม และ ศิริสุดา บุตรเพชร. 2556. การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตของอ้อย, น. 86-99. ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนครั้งที่ 10 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.
- ศิริสุดา บุตรเพชร, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสนปลายฤดูฝน, น. 51-62. ใน การประชุมทางวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2560. รายงานพื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 2559/60. กระทรวงอุตสาหกรรม, 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. Meunier. 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.