ผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับสังกะสีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอ (ปีที่ 1) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน

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

วรัญญา เอมถมยา[1] ชัยสิทธิ์ ทองจู[1*] ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย[1] จุฑามาศ ร่มแก้ว[2] ธรรมธวัช แสงงาม[3] และธีรยุทธ คล้ำชื่น[4]

Varanya Amthomya[1] Chaisit Thongjoo[1*] Tawatchai Inboonchuay[1]
Jutamas Romkaew[2] Thamthawat Saengngam[3] and Teerayut Klumchaun[4]

ABSTRACT: Field experiment was carried out to investigate the effects of chemical fertilizer management in combination with Zine (Zn) 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 110% of chemical fertilizer rate based on soil analytical data in combination with 156 g/rai of Zn gave the highest plant height, number of stalks for one-meter row, fresh yields, stalk heights, stalk diameter, number of internode/stalk, CCS, sugar yields and concentrations of N, P, K in stalk. However, these were not statistically different that obtained from the application of 110% of chemical fertilizer rate based on soil analytical data in combination with 104 g/rai of Zn. Furthermore, the application of 110% of chemical fertilizer rate based on soil analytical data in combination with 156 g/rai of Zn highly significantly gave the highest concentration of Zn in stalk but with no difference to that from the application of chemical fertilizer rate based on soil analytical data in combination with the same amount of Zn.

Keywords: Fertilizer, Zinc, Sugarcane

---

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
[2] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
[3] สถานีวิจัยกาญจนบุรี ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
[4] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12130
[1] Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140.
[2] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140.
[3] Kanchanaburi Research Station, Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140.
[4] Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12130.
* Corresponding author: agrcht@ku.ac.th and thongjuu@yahoo.com

Agricultural Science and Management J.1 (2) : 66-79 (2018)

บทคัดย่อ: ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับสังกะสีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอ (ปีที่ 1) พันธุ์ลำปางที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 9 ตำรับทดลอง ผลการศึกษา พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสี 156 กรัม/ไร่ มีผลให้ความสูงของต้น จำนวนลำใน 1 แถวเมตร ผลผลิตอ้อยสด ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS ผลผลิตน้ำตาล ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสี 104 กรัม/ไร่ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสี 156 กรัม/ไร่ ยังมีผลให้ความเข้มข้นของธาตุสังกะสีที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสี 156 กรัม/ไร่

คำสำคัญ: ปุ๋ย, สังกะสี, อ้อย

คำนำ

อ้อยเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลและพลังงานทดแทนที่สำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ ปัจจุบันความต้องการอ้อยของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ประกอบกับสถานการณ์การผลิตอ้อยของประเทศที่ค่อนข้างจำกัดทั้งด้านพื้นที่เพาะปลูก และผลผลิต ดังนั้น แนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตของอ้อยในประเทศให้สูงขึ้น คือ การเพิ่มผลผลิตอ้อยต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น ซึ่งอาจทำได้โดยการคัดเลือกพันธุ์อ้อยให้เหมาะสมกับพื้นที่เพาะปลูก การเลือกฤดูกาลปลูก และการศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม เป็นต้น ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มปริมาณและยกระดับคุณภาพผลผลิตของพืชผลทางการเกษตร (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ในแต่ละปีประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยเคมีในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยเคมีมากถึง 5.82 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 57,803 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ด้วยมูลค่าของปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพง จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพจะต้องพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยเคมีรวมถึงการปรับใช้ปุ๋ยเคมีให้เหมาะสมกับค่าวิเคราะห์ดิน การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพไม่ได้ขึ้นอยู่กับการประเมินปริมาณธาตุอาหารพืชในดินจากค่าวิเคราะห์ดินเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น ลักษณะของดินที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่แตกต่างกันตามการจัดการดินหรือการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร สภาพภูมิอากาศ หรือปริมาณและการกระจายตัวของฝนที่ไม่สม่ำเสมอในแต่ละปี เป็นต้น (ระวิวรรณ และคณะ, 2552; ศิริสุดา และคณะ, 2552) สังกะสีเป็นจุลธาตุที่มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์ออกซิน คลอโรฟิลล์ และแป้ง พืชต้องการสังกะสีในปริมาณเพียงเล็กน้อย หากพืชขาดสังกะสีจะส่งผลให้ใบอ่อนมีสีเหลืองซีด และปรากฏสีขาวประปรายตามแผ่นใบขณะที่เส้นใบยังเป็นสีเขียว นอกจากนี้ยังมีผลให้รากสั้นกว่าปกติ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้สังกะสีเพื่อการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจในประเทศไทยมีค่อนข้างน้อย จึงเกิดแนวคิดที่จะทำการศึกษาต่อเนื่องอีก 1 ปีในสภาพพื้นที่เดิมของณัฐพร (2561) เพื่อต้องการยืนยันผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับสังกะสีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอ (ปีที่ 1) ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลที่สำคัญ และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรในการเลือกใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับจุลธาตุสำหรับการผลิตอ้อยในอนาคตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับสังกะสีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอ (ปีที่ 1) พันธุ์ลำปาง ซึ่งเป็นพื้นที่ทดลองต่อเนื่องจากณัฐพร (2561) 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) ในช่วงเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 โดยเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ ค่า pH (1:1, soil : water) ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (ECe) ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ และเนื้อดิน สำหรับสมบัติบางประการของดินก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 1 งานทดลองนี้ประกอบด้วย 27 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 7.5 เมตร ยาว 6.0 เมตร จำนวน 5 แถว ระยะห่างระหว่างแถว 1.5 เมตร เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยเฉพาะ 3 แถวกลาง เว้นหัวและท้ายแถวประมาณ 1 เมตร โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 4.5 x 4.0 ตารางเมตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำ 9 ตำรับทดลอง ดังนี้

ตำรับทดลอง	คำบรรยาย	สัญลักษณ์	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่)
T_1	ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	control	0-0-0
T_2	ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	$IF_{DOA_100\%}$	18-6-12
T_3	ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่	$IF_{DOA_100\%}+Zn_{52}$	18-6-12
T_4	ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่	$IF_{DOA_100\%}+Zn_{104}$	18-6-12
T_5	ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่	$IF_{DOA_100\%}+Zn_{156}$	18-6-12
T_6	ใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดิน	$IF_{DOA_110\%}$	19.8-6.6-13.2
T_7	ใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่	$IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$	19.8-6.6-13.2
T_8	ใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่	$IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$	19.8-6.6-13.2
T_9	ใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่	$IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$	19.8-6.6-13.2

Table 1 Chemical and physical properties of soil before the experiment.

Properties	Results (0-30 cm)	Rating
pH (1:1)	6.99	neutral
EC_e (dS/m)	2.66	non-saline
Organic matter (%)[1/]	1.24	moderately low
Available P (mg/kg)[2/]	130.05	very high
Exchangeable K (mg/kg)[3/]	98.48	high
Exchangeable Ca (mg/kg)[3/]	1,328	High
Exchangeable Mg (mg/kg)[3/]	168.44	high
Exchangeable Zn (mg/kg)	0.87	low
Texture[4/]	sandy clay loam	-

Note [1/] = Walkley and Black method (Walkley and Black, 1934) [2/] = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)
[3/] = Extracted with NH4OAc 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 ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลองที่อายุ 2 และ 4 เดือน โดยตำรับทดลองที่ 2-5 ใส่อัตรา 18, 6 และ 12 กก.N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2553) ส่วนตำรับทดลองที่ 6-9 ใส่อัตรา 19.8, 6.6 และ 13.2 กก.N, P2O5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (เพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ของค่าวิเคราะห์ดิน) สำหรับการใส่ปุ๋ยสังกะสี (Total S = 15.6% และ Total Zn = 32.1% [zinc sulfate monohydrate]) แบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลอง (ผสมคลุกเคล้าและใส่ร่วมไปกับปุ๋ยเคมี) ที่อายุ 2 และ 4 เดือน โดยใส่อัตรา 52, 104 และ 156 กรัม/ไร่ ในตำรับทดลองที่ 3 กับ 7 ตำรับทดลองที่ 4 กับ 8 และตำรับทดลองที่ 5 กับ 9 ตามลำดับ

การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อยตอที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือน ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนลำใน 1 แถวเมตร และค่าความเขียวของใบ (SPAD reading) (วัดตำแหน่งใบที่ 3-5 จากปลายยอด ทำการวัด 6 ครั้งต่อใบ) ซึ่งวัดโดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) ส่วนการเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอที่อายุ 12 เดือน ได้แก่ ผลผลิตต่อไร่ จำนวนลำต่อไร่ ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาล นอกจากนี้ วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำ ได้แก่ ความเข้มข้นธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมตามที่ได้อธิบายไว้โดยทัศนีย์ และจงรักษ์ (2542) และปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ตามที่ได้อธิบายไว้โดย Lindsay and Norvell (1978) โดยข้อมูลการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT (Duncan's multiple range test)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของการจัดการปุ๋ยเคมีร่วมกับสังกะสีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยตอ (ปีที่ 1) ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของอ้อยตอ (ปีที่ 1)

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับสังกะสีอัตราต่างๆ มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 2) กล่าวคือ ที่อายุ 3 และ 9 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$) ที่อายุ 6 เดือน พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับสังกะสีอัตราต่างๆ มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยใกล้เคียงกันในช่วง 221.58-246.64 ซม. ส่วนที่อายุ 8 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้ความสูงของต้นอ้อยมากที่สุด (311.79 ซม.) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_100\%}+Zn_{156}$)

Table 2 Height of first ratoon cane at different stages.

Treatments	Height (cm)			
	3 Months	6 Months	8 Months	9 Months
T_1 = control	75.23$^{e\ 1/}$	167.61$^{b\ 1/}$	222.38$^{f\ 1/}$	234.03$^{e\ 1/}$
$T_2 = IF_{DOA_100\%}$	119.28^{d}	221.58^{a}	275.54^{e}	291.81^{d}
$T_3 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{52}$	125.11^{cd}	230.58^{a}	282.21^{de}	301.90^{cd}
$T_4 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{104}$	127.99^{bc}	239.24^{a}	291.33^{bcd}	315.28^{b}
$T_5 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{156}$	129.04^{bc}	245.87^{a}	300.97^{abc}	317.31^{b}
$T_6 = IF_{DOA_110\%}$	125.60^{cd}	232.67^{a}	287.31^{cde}	303.69^{c}
$T_7 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$	133.85^{ab}	246.16^{a}	304.88^{ab}	323.57^{ab}
$T_8 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$	133.91^{ab}	246.20^{a}	309.93^{a}	328.64^{a}
$T_9 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$	136.60^{a}	246.64^{a}	311.79^{a}	329.19^{a}
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	13.27	14.65	13.73	13.94

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

** indicated significant difference at P< 0.01

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับสังกะสีอัตราต่างๆ มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3) กล่าวคือ ที่อายุ 3 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยมากที่สุด (13.12 ลำ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) ส่วนที่อายุ 6, 8 และ 9 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$) อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าจำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 8 และ 9 เดือน มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมื่ออ้อยมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงเพิ่มขึ้น จึงมีผลให้เกิดการบังแสงทำให้แสงแดดที่ส่องผ่านเข้าไปในกออ้อยมีปริมาณลดลง ดังนั้น เมื่อหน่ออ้อยที่เกิดขึ้นใหม่ไม่ได้รับแสงอย่างเหมาะสม ก็ส่งผลให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลง หรืออาจเป็นผลจากการแก่งแย่งธาตุอาหาร การสะสมของโรคและแมลง จึงทำให้หน่อใหม่ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของชัยสิทธิ์และปาจรีย์ (2552) จุฑามาศ และคณะ (2553) นรีรัตน์ และคณะ (2553) เยาวลักษณ์ และคณะ (2554) ปิยพงศ์ และคณะ (2555) วิษณุ และคณะ (2556) ปิยวรรณ และคณะ (2557) พชรกร และคณะ (2558) ชัยสิทธิ์ และคณะ (2560) และ นัฐพร และคณะ (2561)

Table 3 Number of stalk within one-meter row of first ratoon cane at different stages.

Treatments	Number of stalk within one-meter row			
	3 Months	6 Months	8 Months	9 Months
T_1 = control	$9.64^{h\ 1/}$	$10.36^{g\ 1/}$	$10.25^{g\ 1/}$	$10.00^{g\ 1/}$
$T_2 = IF_{DOA_100\%}$	11.00^{g}	11.55^{f}	11.43^{f}	11.36^{f}
$T_3 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{52}$	11.45^{f}	11.89^{ef}	11.75^{e}	11.67^{e}
$T_4 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{104}$	12.22^{d}	12.56^{cd}	12.41^{c}	12.34^{c}
$T_5 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{156}$	12.42^{cd}	13.12^{bc}	13.00^{b}	12.86^{b}
$T_6 = IF_{DOA_110\%}$	11.84^{e}	12.23^{de}	12.12^{d}	12.02^{d}
$T_7 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$	12.65^{bc}	13.48^{ab}	13.45^{a}	13.38^{a}
$T_8 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$	$12.97a^{b}$	$13.64a^{b}$	13.54^{a}	13.43^{a}
$T_9 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$	13.12^{a}	13.78^{a}	13.62^{a}	13.48^{a}
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	13.76	12.73	13.25	12.92

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

** indicated significant difference at P< 0.01

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับสังกะสีอัตราต่างๆ มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ ที่อายุ 3 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ (IFDOA_100%+Zn156) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_100\%}+Zn_{104}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{DOA_110\%}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_10Q\%}+Zn_{52}$) ที่อายุ 6 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_100\%}+Zn_{156}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_100\%}+Zn_{104}$) ส่วนที่อายุ 8 และ 9 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) โดยมีข้อสังเกตว่าค่าความเขียวของใบอ้อยที่อายุ 8 และ 9 เดือน มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินกำแพงแสนมีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับค่อนข้างต่ำ ดังนั้น ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ลดลงตามระยะเวลาจึงส่งผลให้ค่าความเขียวของใบอ้อยลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์นั่นเอง (ยงยุทธ, 2558) อย่างไรก็ตาม ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงของต้น จำนวนลำใน 1 แถวเมตร และค่าความเขียวของใบอ้อยน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

Table 4 Leaf greenness (SPAD reading) of first ratoon cane at different stages.

Treatments	SPAD reading			
	3 Months	6 Months	8 Months	9 Months
T_1 = control	32.70$^{c\ 1/}$	30.56$^{c\ 1/}$	28.86$^{e\ 1/}$	26.48$^{e\ 1/}$
$T_2 = IF_{DOA_100\%}$	36.46^{b}	42.01^{b}	39.75^{d}	38.64^{d}
$T_3 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{52}$	37.04^{ab}	42.23^{b}	40.75^{c}	39.65^{c}
$T_4 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{104}$	37.42^{ab}	44.06^{ab}	42.56^{b}	41.43^{b}
$T_5 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{156}$	38.00^{ab}	44.07^{ab}	42.74^{b}	41.62^{b}
$T_6 = IF_{DOA_110\%}$	37.14^{ab}	43.56^{b}	42.21^{b}	41.11^{b}
$T_7 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$	38.62^{ab}	44.17^{ab}	42.89^{b}	41.76^{b}
$T_8 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$	39.84^{ab}	46.58^{a}	44.12^{a}	43.05^{a}
$T_9 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$	40.38^{a}	46.63^{a}	44.21^{a}	43.15^{a}
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	13.51	13.43	11.41	12.44

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

** indicated significant difference at P< 0.01

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอ (ปีที่ 1)

2.1 ผลผลิตและจำนวนลำต่อไร่

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับสังกะสีอัตราต่างๆ มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดและจำนวนลำต่อไร่ของอ้อยที่อายุ 12 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้ผลผลิตของอ้อยมากที่สุด (24.76 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_100\%}+Zn_{156}$) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{DOA_100\%}$) มีผลให้จำนวนลำต่อไร่ของอ้อยมากที่สุด (10,269 ลำ/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_100\%}+Zn_{52}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดและจำนวนลำต่อไร่ของอ้อยต่ำที่สุด (11.53 ตัน/ไร่ และ 9,527 ลำ/ไร่ ตามลำดับ)

2.2 ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ และจำนวนปล้องต่อลำ

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับสังกะสีอัตราต่างๆ มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ และจำนวนปล้องต่อลำของอ้อยที่อายุ 12 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5 และ Table 6) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10%ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้ความยาวลำของอ้อยมากที่สุด (322.60 ซม.) ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้ความยาวลำของอ้อยมากที่สุด (322.60 ซม.)

ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_100\%}+Zn_{156}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_100\%}+Zn_{104}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{DOA_110\%}$) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) ยังมีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำของอ้อยมากที่สุด (3.36 ซม.) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด (2.51 กก./ลำ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) ขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้จำนวนปล้องต่อลำของอ้อยมากที่สุด (33.65 ปล้อง/ลำ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_100\%}+Zn_{156}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_100\%}+Zn_{104}$) ส่วนตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ และจำนวนปล้องต่อลำของอ้อยน้อยที่สุด (268.70 ซม., 2.53 ซม., 1.21 กก./ลำ และ 24.26 ปล้อง/ลำ ตามลำดับ)

Table 5 Yields, number of stalk/rai, stalk height and stalk diameter of first ratoon cane at 12 months.

Treatments	Yield (ton/rai)	Number of stalk (stalk/rai)	Stalk height (cm)	Stalk diameter (cm)
T_1 = control	11.53$^{e\ 1/}$	9,527$^{c\ 1/}$	268.70$^{c\ 1/}$	2.53$^{g\ 1/}$
$T_2 = IF_{DOA_100\%}$	18.79^{d}	10,269^{a}	303.50^{b}	3.12^{f}
$T_3 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{52}$	19.83^{cd}	10,174^{a}	305.37^{b}	3.14^{ef}
$T_4 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{104}$	21.23^{bc}	9,742^{bc}	310.43^{ab}	3.22^{cde}
$T_5 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{156}$	22.65^{ab}	9,811^{b}	312.48^{ab}	3.25^{bcd}
$T_6 = IF_{DOA_110\%}$	20.56^{bcd}	9,748^{bc}	308.72^{ab}	3.18^{def}
$T_7 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$	23.48^{a}	9,953^{b}	315.44^{ab}	3.28^{abc}
$T_8 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$	23.63^{a}	9,574^{c}	317.57^{ab}	3.33^{ab}
$T_9 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$	24.76^{a}	9,869^{b}	322.60^{a}	3.36^{a}
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	14.90	13.23	12.51	12.32

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

** indicated significant difference at P< 0.01

2.3 ค่า commercial cane sugar (CCS) และผลผลิตน้ำตาล

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับสังกะสีอัตราต่างๆ มีผลให้ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยที่อายุ 12 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้ค่า CCS ของอ้อยมากที่สุด (12.63 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่ ($I_{FDOA_110\%}+Zn_{52}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_100\%}+Zn_{156}$) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด (3.13 ตัน/ไร่) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) ซึ่งไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ค่า CCS และผลผลิตน้ำตาลของอ้อยน้อยที่สุด (8.36 เปอร์เซ็นต์ และ 0.96 ตัน/ไร่ ตามลำดับ)

Table 6 Weight/stalk, number of internode/stalk, CCS and sugar yield of first ratoon cane at 12 months.

Treatments	Weight/stalk (kg)	Number of inter-node/stalk	CCS (%)	Sugar yield (ton/rai)
T_1 = control	$1.21^{g\ 1/}$	$24.26^{d\ 1/}$	$8.36^{d\ 1/}$	$0.96^{g\ 1/}$
$T_2 = IF_{DOA_100\%}$	1.83^{f}	29.53^{c}	10.31^{c}	1.94^{f}
$T_3 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{52}$	1.95^{e}	29.76^{c}	10.65^{c}	2.11^{e}
$T_4 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{104}$	2.18^{d}	31.52^{abc}	11.23^{bc}	2.38^{d}
$T_5 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{156}$	2.31^{c}	32.31^{ab}	11.76^{ab}	2.66^{c}
$T_6 = IF_{DOA_110\%}$	2.11^{d}	30.87^{bc}	10.84^{bc}	2.23^{de}
$T_7 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$	2.36^{bc}	32.49^{ab}	12.21^{a}	2.87^{b}
$T_8 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$	2.47^{ab}	33.48^{a}	12.58^{a}	2.97^{b}
$T_9 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$	2.51^{a}	33.65^{a}	12.63^{a}	3.13^{a}
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	13.22	13.76	12.46	12.94

1/ means within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT

** indicated significant difference at P< 0.01

2.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อย

การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือใส่ร่วมกับสังกะสีอัตราต่างๆ มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และสังกะสีที่สะสมในท่อนลำของอ้อยที่อายุ 12 เดือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 7) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้ความเข้มข้นของ

ธาตุไนโตรเจนที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด (0.263 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 52 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{DOA_110\%}$) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด (0.094 และ 0.523 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุสังกะสีที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด (11.75 มก./กก.) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ($IF_{DOA_100\%}+Zn_{156}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และสังกะสีที่สะสมในท่อนลำของอ้อยน้อยที่สุด (0.090 เปอร์เซ็นต์, 0.040 เปอร์เซ็นต์, 0.351 เปอร์เซ็นต์ และ 2.63 มก./กก. ตามลำดับ)

Table 7 Concentrations of major plant nutrients and Zn in stalk of first ratoon cane at 12 months.

Treatments	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)	Extractable Zn (mg/kg)
T_1 = control	$0.090^{f\ 1/}$	$0.040^{g\ 1/}$	$0.351^{f\ 1/}$	$2.63^{h\ 1/}$
$T_2 = IF_{DOA_100\%}$	0.222^{e}	0.063^{f}	0.430^{e}	3.27^{g}
$T_3 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{52}$	0.231^{de}	0.065^{f}	0.433^{e}	5.76^{e}
$T_4 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{104}$	0.236^{cd}	0.072^{e}	0.438^{de}	8.36^{c}
$T_5 = IF_{DOA_100\%}+Zn_{156}$	0.246^{bc}	0.076^{de}	0.443^{d}	11.68^{a}
$T_6 = IF_{DOA_110\%}$	0.253^{ab}	0.081cd	0.459^{c}	3.58^{f}
$T_7 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{52}$	0.256^{ab}	0.085^{bc}	0.508b	6.32^{d}
$T_8 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{104}$	0.260^{a}	0.090^{ab}	0.516^{ab}	8.75^{b}
$T_9 = IF_{DOA_110\%}+Zn_{156}$	0.263^{a}	0.094^{a}	0.523^{a}	11.75^{a}
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	12.63	12.13	11.92	12.59

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

** indicated significant difference at P< 0.01

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับสังกะสีมีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อยดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียว ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (control) มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต รวมทั้งความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อยต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาวจะมีผลให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต

และการสร้างผลผลิตของพืช (ชัยสิทธิ์และปาจรีย์, 2552; จุฑามาศ และคณะ, 2553; นรีรัตน์ และคณะ, 2553; เยาวลักษณ์ และคณะ, 2554; ปิยพงศ์ และคณะ, 2555; วิษณุ และคณะ, 2556; ปิยวรรณ และคณะ, 2557; พชรกร และคณะ, 2558; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2560; ภิญญาพัชญ์ และคณะ, 2561) นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสังกะสีในอัตราที่สูงขึ้น (ตำรับทดลองที่ 6-9) มีผลให้การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในท่อนลำของอ้อยโดยภาพรวมสูงกว่าตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับสังกะสีในอัตราที่ต่ำกว่า (ตำรับทดลองที่ 2-5) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานทดลองของนัฐพรและคณะ (2561)

สรุป

การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ มีผลให้ความสูงของต้น จำนวนลำใน 1 แถวเมตร ผลผลิตอ้อยสด ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ ค่า CCS ผลผลิตน้ำตาล ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 104 กรัม/ไร่ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น 10% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ ยังมีผลให้ความเข้มข้นของธาตุสังกะสีที่สะสมในท่อนลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับสังกะสีอัตรา 156 กรัม/ไร่ การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำปุ๋ยเคมีใช้ร่วมกับสังกะสีสำหรับการปลูกอ้อย ซึ่งส่งผลให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของอ้อยโดยภาพรวมค่อนข้างดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม ควรศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดินในช่วงที่ทำการศึกษาด้วย

คำขอบคุณ

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

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

จุฑามาศ กล่อมจิตร, ชัยสิทธิ์ ทองจู และจุฑามาศ ร่มแก้ว. 2553. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอปีที่ 1 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, น. 148-159. ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, 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.

นรีรัตน์ ชูช่วย, ชัยสิทธิ์ ทองจู และศุภชัย อำคา. 2553. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน, น. 21-32. ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

นัฐพร กลิ่นหอม. 2561. ผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับสังกะสีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นัฐพร กลิ่นหอม, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ทศพล พรพรหม และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2561. ผลของการจัดการปุ๋ยธาตุอาหารหลักร่วมกับสังกะสีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย. วารสารแก่นเกษตร 46 (4): 709-720.

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

ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ศุภชัย อำคา และชาลินี คงสุด. 2555. ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ผสมขี้เถ้าลอยต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย, น. 1209-1221. ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

ปิยวรรณ พุ่มพวง, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธงชัย มาลา, ศุภชัย อำคา, วิภาวรรณ ท้ายเมือง, ชาลินี คงสุด, ธีรยุทธ คล้ำชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์ และศิริสุดา บุตรเพชร. 2557. ประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยยูเรียชนิดต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย, 11-23 น. ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 11 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

พชรกร บุญเลี้ยง, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ทศพล พรพรหม, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, ชาลินี คงสุด, ธีรยุทธ คล้ำชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ธนศมณท์ กุลการัณย์เลิศ, อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์, รุจิกร ศรีแม้นม่วง และศิริสุดา บุตรเพชร. 2558. ผลของปุ๋ยยูเรียปลดปล่อยช้าที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยตอปีที่ 1, 609-619 น. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 12 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

ภิญญาพัชญ์ มิ่งมิตร, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว, สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์ และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. 2561. ผลของการจัดการปุ๋ยร่วมกับโบรอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 7(1) : 1-14.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2558. ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

เยาวลักษณ์ เนตรสิงห์, ชัยสิทธิ์ ทองจู และรัฐชา ชัยชนะ. 2554. การใช้ประโยชน์ของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยาสารกำแพงแสน 9(3): 1-13.

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

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

ศิริสุดา บุตรเพชร, ชัยสิทธิ์ ทองจู, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสนปลายฤดูฝน, น. 51-62. ในการประชุมทางวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ, นครปฐม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2558-2560. 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.

Lindsay, W.L. and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Am. J. 42 : 421-428.

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.

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.