

ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของอ้อย ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน

Effects of Chemical Fertilizer Application with Gypsum on Growth and Yield of Sugarcane
(*Saccharum officinarum* L.) Planted in Kamphaeng Saen Soil Series

นเรรัตน์ ชูช่วย¹ ชัยสิทธิ์ ทองจู้¹ และศุภชัย อัมคา¹

Nareerat Choochuay,¹ Chaisit Thongjoo¹ and Suphachai Amkha¹

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัม ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อย พันธุ์สุพรรณบุรี 80 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ 7 ตำรับทดลอง ได้แก่ ตำรับควบคุม ($T_1 = \text{Control}$) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ($T_2 = \text{IF}_{100\%} + G_0$) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ ($T_3 = \text{IF}_{100\%} + G_{25}$ และ $T_4 = \text{IF}_{100\%} + G_{50}$) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($T_5 = \text{IF}_{75\%} + G_0$) และใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ ($T_6 = \text{IF}_{75\%} + G_{25}$ และ $T_7 = \text{IF}_{75\%} + G_{50}$) ผลการทดลอง พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีความสูงต้นของอ้อยที่อายุ 3 และ 6 เดือนใกล้เคียงกัน ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้นของอ้อยต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

ในด้านผลผลิตของอ้อยที่อายุ 12 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($\text{IF}_{100\%} + G_{50}$) มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดและผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($\text{IF}_{100\%} + G_{25}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ($\text{IF}_{100\%} + G_0$) ตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุมมีผลให้ผลผลิตอ้อยสดและผลผลิตน้ำตาลของอ้อยต่ำที่สุด นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($\text{IF}_{100\%} + G_{50}$) มีผลให้ความยาวลำและน้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($\text{IF}_{100\%} + G_{25}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ($\text{IF}_{100\%} + G_0$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ ($\text{IF}_{75\%} + G_0$, $\text{IF}_{75\%} + G_{25}$ และ $\text{IF}_{75\%} + G_{50}$) ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้ความยาวลำและน้ำหนักต่อลำของอ้อยน้อยที่สุด

คำสำคัญ : ชุดดินกำแพงแสน ปุ๋ยเคมี ยิปซัม อ้อย

¹ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

Abstract

This study investigated the effects of chemical fertilizer application with gypsum on growth and yield of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) planted in Kamphaeng Saen soil series. Randomized Complete Block Design was used as an experimental design consisted of 7 treatments, i.e., a) control/unfertilized treatment ($T_1 = \text{control}$); b) chemical fertilizer following soil analysis ($T_2 = \text{IF}_{100\%} + \text{G}_0$); c-d) chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 25 and 50 kg/rai ($T_3 = \text{IF}_{100\%} + \text{G}_{25}$ and $T_4 = \text{IF}_{100\%} + \text{G}_{50}$); e) chemical fertilizers following soil analysis only 75% ($T_5 = \text{IF}_{75\%} + \text{G}_0$); f-g) chemical fertilizers following soil analysis only 75% combining with gypsum 25 and 50 kg/rai ($T_6 = \text{IF}_{75\%} + \text{G}_{25}$ และ $T_7 = \text{IF}_{75\%} + \text{G}_{50}$). The study revealed that using different chemical fertilizer following soil analysis both single usage or combining with gypsum effected on the height of sugarcane at 3 and 6 months nearly the same while the control treatment effected on the height of sugarcane at the lowest of all growth stages.

Regarding of sugarcane yield at 12 months, it was revealed that applying chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 50 kg/rai ($\text{IF}_{100\%} + \text{G}_{50}$) effected on the highest of yield and sugar yield. This was not different comparing with applying chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 25 kg/rai ($\text{IF}_{100\%} + \text{G}_{25}$), and applying chemical fertilizer following soil analysis ($\text{IF}_{100\%} + \text{G}_0$), respectively. While the control treatment effected on the lowest of yield and sugar yield. Further, applying chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 50 kg/rai ($\text{IF}_{100\%} + \text{G}_{50}$) effected on the highest of stalk height and weight/stalk, but it was not different with applying chemical fertilizer following soil analysis combining with gypsum 25 kg/rai ($\text{IF}_{100\%} + \text{G}_{25}$), applying chemical fertilizer following soil analysis ($\text{IF}_{100\%} + \text{G}_0$), and applying chemical fertilizer only 75% of soil analysis both a single use or combining with gypsum 25 and 50 kg/rai ($\text{IF}_{75\%} + \text{G}_0$, $\text{IF}_{75\%} + \text{G}_{25}$ and $\text{IF}_{75\%} + \text{G}_{50}$), respectively. While the control treatment effected on the lowest of stalk height and weight/stalk.

Keywords : chemical fertilizer, gypsum, Kamphaeng Saen soil series, sugarcane (*Saccharum officinarum* L.)

E-mail : thongjuu@yahoo.com, ple_x_@hotmail.com

คำนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญพืชหนึ่งในหลายๆ ประเทศ โดยเฉพาะประเทศในทวีปเอเชียถือเป็นแหล่งปลูกอ้อยแหล่งใหญ่ที่สุดของโลก โดยสามารถผลิตอ้อยได้ประมาณ 44 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตอ้อยทั่วโลก (ประเสริฐ, 2542) ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 6.5 ล้านไร่ และมีผลผลิตเฉลี่ยทั่วประเทศประมาณ 11.81 ตัน/ไร่ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2548) แนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตอ้อยในประเทศไทยให้สูงขึ้น คือ การเพิ่มผลผลิตอ้อยต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น ซึ่งอาจกระทำได้หลายวิธี เช่น การปรับปรุงและการคัดเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับแหล่งปลูก การเลือกฤดูกาลปลูกที่เหมาะสม การศึกษาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม (ชัยสิทธิ์ และปาจารย์, 2552) รวมทั้งการลดต้นทุนการผลิตโดยการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารปรับปรุงดิน เป็นต้น ปุ๋ยเคมี

เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการยกระดับผลผลิต และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของพืชผลทางการเกษตร (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ในแต่ละปีจะมีการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตพืชเป็นปริมาณมาก โดยในปี พ.ศ. 2552 มีการนำเข้าปุ๋ยเคมีปริมาณมากถึง 3,867,187 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 42,413 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) ด้วยมูลค่าของปุ๋ยเคมีที่มีราคาแพง จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยที่สอดคล้องกับราคาปุ๋ย แล้วปรับใช้ให้เหมาะสมกับค่าวิเคราะห์ดิน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะเสริมสร้างความเข้มแข็งของระบบการผลิตของประเทศไทย ให้สามารถแข่งขันในระบบการค้าเสรีได้ การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพไม่ได้ขึ้นอยู่กับการประเมินปริมาณธาตุอาหารพืชในดินจากค่าวิเคราะห์ดินเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ อีกมากมาย เช่น ลักษณะของดินที่แตกต่างกันในแต่ละชุดดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่แตกต่างกันตามการจัดการดินหรือการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร สภาพภูมิอากาศ หรือปริมาณและการกระจายตัวของฝนที่ไม่สม่ำเสมอในแต่ละปี เป็นต้น (ระวีวรรณ และคณะ, 2552; ศิริสุดา และคณะ, 2552)

ยิปซัม เป็นสารประกอบของแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) มีลักษณะเป็นผลึกสีขาวหรือไม่มีสี เนื้ออ่อน มีความสามารถในการละลายน้ำได้ประมาณ 2.5 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร (ยงยุทธ, 2542) องค์ประกอบสำคัญของยิปซัม คือ แคลเซียมกับซัลเฟต จึงเป็นปุ๋ยที่ให้ธาตุแคลเซียมกับกำมะถัน สำหรับกำมะถันนั้นอาจขาดแคลนในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ เช่น ชุดดินกำแพงแสน (ยงยุทธ และคณะ, 2551) การนำผลงานวิจัยทางเกษตรที่เกี่ยวกับยิปซัมจากต่างประเทศมาปรับใช้ในประเทศไทย พบว่า ยิปซัมนั้นมีคุณสมบัติที่ดีมากในการปรับปรุงดินเสื่อมโทรม โดยเฉพาะดินที่มีการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเป็นเวลายาวนาน กล่าวคือ เมื่อนำยิปซัมมาใช้ปรับปรุงดินเสื่อมโทรม จะมีผลให้ดินมีศักยภาพในการให้ผลผลิตโดยภาพรวมดีขึ้น (Warrington *et al.*, 1989; Miller, 1987; Agassi *et al.*, 1990) จึงเกิดแนวคิดในการนำยิปซัมมาพิสูจน์สมบัติเด่นด้านการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อเสริมประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย ตลอดจนผลที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของอ้อยในสภาพแปลง ทั้งนี้เพื่อเป็นอีกทางเลือกสำหรับเกษตรกรในการลดต้นทุนในส่วนของปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตอ้อยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองดำเนินการที่แปลงทดลองและวิจัยของภาควิชาปฐพีวิทยา และห้องปฏิบัติการเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

1. อุปกรณ์

1.1 ชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen soil series, Ks) จัดอยู่ในดินอันดับ Alfisols กลุ่มดิน Haplustalfs และกลุ่มดินย่อย Typic Haplustalfs (Soil Survey Staff, 1975) ลักษณะดินโดยทั่วไปเป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายแบ่งหรือดินร่วนปนดินเหนียว ดินล่างเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนดินเหนียวดิน ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของชุดดินกำแพงแสนได้แสดงไว้ใน Table 1

1.2 ท่อนพันธุ์อ้อย (*Saccharum officinarum* L.) ใช้พันธุ์สุพรรณบุรี 80

1.3 ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต (20%P₂O₅) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K₂O)

1.4 ยิปซัมที่ใช้ในการทดลอง มีชื่อทางการค้าว่า “กรีนแคล” ของบริษัท ดี เค ที จำกัด

1.5 เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ pH meter (420A model), Electrical conductivity meter (4010 model), Mikrokjeldahl distillation apparatus (Gerhard:VAP 20 model), Digestion apparatus (Gerhard:Ger 704000 model), Atomic absorption spectrophotometer (SpectrAA 220 FS), เครื่องชั่งภาคสนาม, เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง และตู้อบ (Memmert)

2. วิธีการ

เก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก 0-30 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH, 1:1) ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ปลูกอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม 2552) โดยมีพื้นที่ปลูกทั้งหมด 25.5 x 41.0 ตารางเมตร แบ่งเป็นแปลงย่อยจำนวน 21 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 5.0 เมตร ยาว 7.5 เมตร และมีขนาดของพื้นที่เก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อยเท่ากับ 2.5 x 5.0 ตารางเมตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ 7 ตำรับทดลอง ดังนี้

- 1) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและยิปซัม (Control)
- 2) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (IF_{100%}+G₀)
- 3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ (IF_{100%}+G₂₅)
- 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ (IF_{100%}+G₅₀)
- 5) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน (IF_{75%}+G₀)
- 6) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ (IF_{75%}+G₂₅)
- 7) ใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ (IF_{75%}+G₅₀)

สำหรับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน คือ 12, 3 และ 12 กิโลกรัม N, P₂O₅ และ K₂O ต่อไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

การใส่ปุ๋ยเคมี และยิปซัม แบ่งใส่ 2 ครั้ง เมื่ออ้อยอายุ 60 และ 90 วันหลังปลูก

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนลำใน 1 แถวเมตร และค่าความเขียวของใบ (SPAD reading) ส่วนการเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยกระทำเมื่ออ้อยอายุได้ 12 เดือน ได้แก่ ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ น้ำหนักต่อลำ จำนวนปล้องต่อลำ จำนวนลำต่อไร่ น้ำหนักเศษเหลือ ผลผลิตอ้อยต่อไร่ CCS และผลผลิตน้ำตาล

สำหรับค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์บางประการของชุดดินกำแพงแสนก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 1

Table 1 Chemical and physical properties of Kamphaeng Sean soil series

Properties	Results	Note
pH (soil : water = 1:1)	7.36	^{1/} = Walkley and Black method (Walkley and Black, 1934)
EC _e (dS/m)	0.96	^{2/} = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)
Organic matter (%) ^{1/}	0.92	^{3/} = Extracted with NH ₄ OAc pH 7.0 (Pratt, 1965)
Available P (mg/kg) ^{2/}	44.44	^{4/} = คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541)
Exchangeable K (mg/kg) ^{3/}	54.68	
Exchangeable Ca (mg/kg) ^{3/}	1523.58	
Exchangeable Mg (mg/kg) ^{3/}	68.29	
Texture ^{4/}	clay loam	

ผลและวิจารณ์

การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของอ้อย

1.1 ความสูงของลำต้น

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้ความสูงของลำต้นอ้อยที่อายุ 3 และ 6 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) โดยทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีผลให้ความสูงของลำต้นอ้อยโดยภาพรวมใกล้เคียงกัน และแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม (control) ซึ่งมีผลให้ความสูงของลำต้นอ้อยน้อยที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต โดยมีข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง มีผลให้ความสูงต้นของลำต้นอ้อยค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของประสิทธิ์ (2552) ชัยสิทธิ์ และปาจารย์ (2552) และชัยสิทธิ์ และธนาศรี (2553) อีกทั้งการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราสูง (50 กก./ไร่) มีแนวโน้มให้ความสูงของลำต้นอ้อยโดยภาพรวมมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราต่ำกว่า (25 กก./ไร่) และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ

1.2 จำนวนลำใน 1 แถวเมตร

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้จำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) โดยมีข้อสังเกตว่าจำนวนลำใน 1 แถวเมตรของอ้อยที่อายุ 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูกมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมื่ออ้อยมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงเพิ่มขึ้น จะมีผลให้เกิดการบังแสงทำให้แสงแดดที่ส่องผ่านเข้าไปในกออ้อยมีปริมาณลดลง ดังนั้น เมื่อหน่ออ้อยที่เกิดขึ้นใหม่ไม่ได้รับแสง ก็จะมีผลให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลง หรืออาจเป็นผลจากการสะสมของโรคและแมลงจึงทำให้หน่อใหม่ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ (รุจิกร, 2538; ชัยสิทธิ์ และปาจารย์, 2552)

1.3 ค่าความเขียวของใบ

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม มีผลให้ค่าความเขียวของใบอ่อนที่อายุ 3, 6, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) โดยมีข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลงมีแนวโน้มให้ค่าความเขียวของใบลดลงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินกำแพงแสนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในระดับต่ำถึงปานกลาง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง ดังนั้น การลดอัตราปุ๋ยเคมีทำให้อ้อยได้รับปริมาณไนโตรเจนน้อยลงไปด้วย จึงเป็นสาเหตุให้อ้อยขาดธาตุนี้ ส่งผลให้ค่าความเขียวของใบลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ (ยงยุทธ, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของปิยมภรณ์ (2553) ส่วนดำรับควบคุมมีผลให้ค่าความเขียวของใบอ่อนต่ำที่สุดทุกระยะการเจริญเติบโต

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อย

2.1 ความยาวลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนปล้องต่อลำ และน้ำหนักต่อลำ

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีผลให้ความยาวลำและน้ำหนักต่อลำของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว (อายุ 12 เดือนหลังปลูก) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{50}$) มีผลให้ความยาวลำมากที่สุด (375.60 ซม.) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{25}$) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างเดียว ($IF_{100\%} + G_0$) และการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 และ 25 กก./ไร่ ($IF_{75\%} + G_{50}$ และ $IF_{75\%} + G_{25}$) ตามลำดับ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{50}$) ยังมีผลให้น้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด (2.86 กก.) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{25}$) การใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัม ($IF_{75\%} + G_{50}$ และ $IF_{75\%} + G_{25}$ และ $IF_{75\%} + G_0$) ตามลำดับ ขณะที่ดำรับควบคุมมีผลให้ความยาวลำ และน้ำหนักต่อลำของอ้อยน้อยที่สุด (331.67 ซม. และ 2.21 กก.) อย่างไรก็ตาม ทุกดำรับทดลองมีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำและจำนวนปล้องต่อลำใกล้เคียงกันในช่วง 2.76-2.90 ซม. และ 27.07-30.67 ปล้อง ตามลำดับ (Table 5)

2.2 ผลผลิต จำนวนลำ และน้ำหนักเศษเหลือ

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีผลให้ผลผลิตของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5) โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{50}$) มีผลให้ผลผลิตของอ้อยมากที่สุด (27.81 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($IF_{100\%} + G_{25}$) และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอย่างเดียว ($IF_{100\%} + G_0$) ตามลำดับ ขณะที่ดำรับควบคุมมีผลให้ผลผลิตของอ้อยน้อยที่สุด (21.79 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{75\%} + G_0$) สำหรับเหตุผลที่ดำรับควบคุมให้ผลผลิตของอ้อยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของอ้อยทั้งประเทศ (11.81 ตัน/ไร่; สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2548) อาจเนื่องมาจากปริมาณฝนที่ตกสม่ำเสมอตลอดการทดลอง อีกทั้งพื้นที่แปลงก่อนการทดลองมีสภาพเป็นทุ่งหญ้า และมีการไถกลบในขั้นตอนการเตรียมแปลง ทำให้เกิดการย่อยสลายของเศษซากพืชและมีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชในภายหลัง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Howeler (1981) เกี่ยวกับการหมุนเวียนของสารประกอบ

อินทรีย์จากเศษพืชที่เหลือตกค้างในดิน อย่างไรก็ตาม โดยมีข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง มีผลให้ผลผลิตของอ้อยค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของประสิทธิ์ (2552) ชัยสิทธิ์ และปาจริย์ (2552) และชัยสิทธิ์ และธนัตศรี (2553) อีกทั้งการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราสูง (50 กก./ไร่) มีแนวโน้มให้ผลผลิตของอ้อยโดยภาพรวมมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราต่ำกว่า (25 กก./ไร่) และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ นอกจากนี้ ทุกตำรับทดลองมีผลให้จำนวนลำต่อไร่ และน้ำหนักเศษเหลือใกล้เคียงกันในช่วง 9,330-10,368 ลำ และ 3.73-4.42 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (Table 5)

2.3 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ (Brix) โพล (Pol) ไฟเบอร์ (Fiber) และ Commercial cane sugar (CCS)

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีผลให้เปอร์เซ็นต์บริกซ์ โพล ไฟเบอร์ และ CCS ของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ ทุกตำรับทดลองให้ค่าเปอร์เซ็นต์บริกซ์ โพล ไฟเบอร์ และ CCS ในช่วง 18.68-19.78, 14.47-16.47, 10.87-11.90 และ 10.15-12.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.4 ความบริสุทธิ์ (Purity) และผลผลิตน้ำตาล

การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตราต่างๆ ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมมีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยที่ระยะเก็บเกี่ยว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 7) โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ ($IF_{100\%}+G_{50}$) มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด (3.37 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ($IF_{100\%}+G_{25}$) ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยน้อยที่สุด (2.21 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ($IF_{75\%}+G_0$) นอกจากนี้ มีข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของประสิทธิ์ (2552) และชัยสิทธิ์ และปาจริย์ (2552) อีกทั้งการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัม อัตราสูง (50 กก./ไร่) มีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยโดยภาพรวมมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราต่ำกว่า (25 กก./ไร่) และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ตามลำดับ นอกจากนี้ ทุกตำรับทดลองมีผลให้ความบริสุทธิ์ของน้ำอ้อยใกล้เคียงกันในช่วง 76.77-83.20 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลและเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับยิปซัมอัตราต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ตันฤดูฝน (ช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 - เดือนเมษายน พ.ศ. 2553) สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังต่อไปนี้

1. การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ มีผลให้ผลผลิตอ้อยสดมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินตามลำดับ ส่วนตำรับควบคุมมีผลให้ผลผลิตอ้อยสดต่ำที่สุด
2. การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ มีผลให้ความยาวลำและน้ำหนักต่อลำของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใส่ปุ๋ยเคมีเพียง 75% ของค่าวิเคราะห์ดิน ทั้งที่ใช้เดี่ยวหรือใช้ร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 และ 50 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่ตำรับควบคุมมีผลให้ความยาวลำและน้ำหนักต่อลำของอ้อยน้อยที่สุด

3. การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 50 กก./ไร่ มีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับยิปซัมอัตรา 25 กก./ไร่ ส่วนค่ารับควบคุมมีผลให้ผลผลิตน้ำตาลของอ้อยน้อยที่สุด

การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำยิปซัมใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในการปลูกอ้อยในชุดดินกำแพงแสนซึ่งมีอินทรียวัตถุต่ำ (0.92%) แต่ระยะเวลาในการวิจัยเพียง 1 ปี อาจไม่สามารถสรุปผลได้อย่างชัดเจนนัก ดังนั้น จึงควรทำการศึกษาต่ออีกในปีที่ 2 (อ้อยต่อปี 1) ในสภาพพื้นที่เดิม ทั้งนี้เพื่อยืนยันผลของการใช้ยิปซักร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของอ้อย รวมทั้งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินในระยะยาวอีกด้วย

Table 2 Height of sugarcane (var. Suphanburi 80) planted in Kamphaeng Saen soil series at different growth stages

Treatments	Height (cm)			
	3 months	6 months	8 months	9 months
T ₁ = Control	92.37 ^b	270.63 ^b	325.50	370.83
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	117.07 ^a	299.70 ^a	359.83	396.83
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	118.73 ^a	303.97 ^a	367.17	397.67
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	121.30 ^a	306.67 ^a	369.50	400.83
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	105.33 ^{ab}	288.37 ^{ab}	346.17	386.83
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	113.73 ^a	292.30 ^a	346.33	388.33
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	115.77 ^a	295.07 ^a	351.50	392.00
F-test	*	*	ns	ns
CV (%)	3.95	3.70	6.08	3.86

ns = not significantly different at 0.05 probability.

Numbers followed by a common letter or letters are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

Table 3 Numbers of stalk of sugarcane (var. Suphanburi 80) planted in Kamphaeng Saen soil series at different growth stages

Treatments	Numbers of stalk for one-meter row			
	3 months	6 months	8 months	9 months
T ₁ = Control	9.84	9.69	9.04	8.71
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	11.69	10.20	9.35	9.05
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	11.89	10.20	9.67	9.24
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	12.40	10.58	9.73	9.71
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	10.13	9.69	9.11	8.76
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	10.89	9.78	9.22	8.98
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	11.07	10.00	9.31	9.04
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9.48	9.76	10.46	9.54

ns = not significantly different at 0.05 probability.

Table 4 Leaf greenness (SPAD reading) of sugarcane (var. Suphanburi 80) planted in Kamphaeng Saen soil series at different growth stages

Treatments	Leaf greenness (SPAD reading)			
	3 months	6 months	8 months	9 months
T ₁ = Control	41.19	39.48	35.68	32.52
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	42.21	42.71	37.53	33.94
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	42.42	43.51	37.57	35.58
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	42.82	43.72	37.76	35.60
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	41.96	41.85	36.27	33.46
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	42.08	42.46	36.29	33.68
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	42.15	42.49	36.90	33.86
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	2.66	4.33	4.00	4.36

ns = not significantly different at 0.05 probability.

Table 5 Stalk heights, stalk diameters, numbers of internode/stalk, weight/stalk, yields, numbers of stalk and weights of straw of sugarcane (var. Suphanburi 80) planted in Kamphaeng Saen soil series at 12 months

Treatments	Stalk heights (cm)	Stalk diameters (cm)	Numbers of internode/stalk	Weight/stalk (kg)	Yields (ton/rai)	Numbers of stalk/rai	Weights of straw (ton/rai)
T ₁ = Control	331.67 ^c	2.76	27.07	2.21 ^c	21.79 ^c	9,828	3.83
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	364.13 ^{ab}	2.85	29.73	2.51 ^{bc}	25.98 ^{ab}	10,368	4.32
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	364.40 ^{ab}	2.87	30.07	2.85 ^a	27.37 ^a	9,643	4.42
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	375.60 ^a	2.90	30.67	2.86 ^a	27.81 ^a	9,714	4.37
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	353.13 ^b	2.79	28.27	2.56 ^{ab}	23.90 ^{bc}	9,330	4.00
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	354.33 ^{ab}	2.83	28.60	2.56 ^{ab}	24.55 ^b	9,600	3.97
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	358.40 ^{ab}	2.85	28.60	2.65 ^{ab}	24.81 ^b	9,358	3.73
F-test	*	ns	ns	**	**	ns	ns
CV (%)	3.14	2.38	4.62	6.81	5.35	9.43	14.84

ns = not significantly different at 0.05 probability.

Numbers followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

Table 6 Brix, Pol, Fiber and CCS of sugarcane (var. Suphanburi 80) planted in Kamphaeng Saen soil series

Treatments	Brix (%)	Pol (%)	Fiber (%)	CCS (%)
T ₁ = Control	18.85	14.47	10.87	10.15
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	19.22	15.30	11.00	11.01
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	19.41	15.62	11.73	11.24
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	19.78	16.47	11.87	12.13
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	18.68	14.47	10.93	10.21
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	19.19	14.96	11.77	10.51
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	18.71	15.20	11.90	10.99
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5.32	6.14	5.90	8.44

ns = not significantly different at 0.05 probability.

Table 7 Purity and sugar yields of sugarcane (var. Suphanburi 80) planted in Kamphaeng Saen soil series

Treatments	Purity (%)	Sugar yields (ton/rai)
T ₁ = Control	76.77	2.21 ^e
T ₂ = IF _{100%} +G ₀	79.48	2.86 ^{bc}
T ₃ = IF _{100%} +G ₂₅	80.47	3.08 ^{ab}
T ₄ = IF _{100%} +G ₅₀	83.20	3.37 ^a
T ₅ = IF _{75%} +G ₀	77.48	2.44 ^{de}
T ₆ = IF _{75%} +G ₂₅	77.98	2.58 ^{cd}
T ₇ = IF _{75%} +G ₅₀	81.22	2.73 ^{bcd}
F-test	ns	**
CV (%)	3.27	6.99

ns = not significantly different at 0.05 probability.

Numbers followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level according to DMRT.

เอกสารอ้างอิง

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

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

ชัยสิทธิ์ ทองจุ และธนิตศรี สอนจิตร. 2553. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 28 (1) : 99-109.

ปิยมภรณ์ เจริญสุข. 2553. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับสารเพอไลต์ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประสิทธิ์ คล้ายเยี่ยม. 2552. ผลของสารเพอไลต์ต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประเสริฐ คุ้มวชิรวงษ์. 2542. อ้อย. น. 270-295. ใน พืชเศรษฐกิจ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ ไสถสกา. 2542. ศัพท์ในวงการปุ๋ย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ ไสถสกา. 2552. ธาตุอาหารพืช (ปรับปรุงใหม่). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ยงยุทธ ไชยสุภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ระวีวรรณ โชติพันธ์, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินฝั่งแดงปลายฤดูฝน, น. 60-71. ใน การประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติครั้งที่ 1 เรื่อง ดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.
- รุจิกร ศรีแก่นม่วง. 2538. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพอ้อยพันธุ์ กพส 85-11-2 และ กพส 85-1-56 ที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริสุดา บุตรเพชร, ชัยสิทธิ์ ทองจุ, กุมุท สังขศิลา, จุฑามาศ ร่มแก้ว และสุรเดช จินตกานนท์. 2552. การจัดการ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสนปลายฤดูฝน, น. 51-62 ใน การประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2548. แนวโน้มการผลิตและการบริโภคน้ำตาลทรายโลก. แหล่งที่มา: <http://www.ocsb.go.th/Pages/Statistic/Condition/Trend.htm>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2550-2552. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- Agassi, M., I. Shainberg and J. Morin. 1990. Slope, aspect and phosphogypsum effects on runoff and erosion. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:1102-1106.
- Bray, R.H. and N. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Howeler, R.H. 1981. Mineral nutrition and fertilization of cassava. Series 09EC-4. CIAT, Cali, Colombia.
- Miller, W.P. 1987. Infiltration and soil loss of three gypsum-amended Ultisols under simulated rainfall. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 51:1314-1320.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. In C.A. Black, ed. *Methods of Soil Analysis*. Part II. Amer. Soc. of Agron, Inc. Madison, Wisconsin.
- Soil Survey Staff. 1975. *Soil Taxonomy, A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. U.S. Dept. Agric., U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C.
- Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtijeff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-35.
- Warrington, D., I. Shainberg, M. Agassi and J. Morin. 1989. Effect of slope and phosphogypsum on runoff and erosion. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:1201-1205.