

ผลของปุ๋ยฟอสฟอรัสต่ออ้อยปลูกในชุดดินสติกที่ปรับปรุงด้วยขี้เถ้าแกลบ ในอัตราที่แตกต่างกัน

Effect of P fertilizer on Virgin Cane in Satuk Soil Series Amended with Different Rates of Rice Husk Ash

Souksady Insixiangmay¹, สุภิมา ชนะจิตต์^{1*}, สมชัย อนุสนธิพรเพิ่ม¹
และ เอิบ เขียววีนรมณ์¹

Souksady Insixiangmay¹, Suphicha Thanachit^{1*}, Somchai Anusontpornperm¹
and Irb Kheoruenromme¹

บทคัดย่อ: ทำการศึกษาค้นคว้าของขี้เถ้าแกลบและฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยปลูกพันธุ์ K 95-84 ในชุดดินสติก วางแผนการทดลองแบบ split plot โดยแปลงทดลองหลักเป็นการใส่ขี้เถ้าแกลบในช่วงเตรียมดินจำนวน 4 อัตราได้แก่ 0, 1, 2 และ 4 ตัน/ไร่ แปลงทดลองรองเป็นอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสจำนวน 3 อัตราได้แก่ 0, 1 และ 2 เท่าของอัตราแนะนำสำหรับอ้อยที่ปลูกในดินทรายร่วนซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.2 กก. P_2O_5 /ไร่ เก็บผลผลิตอ้อยปลูกที่อายุ 12 เดือน นอกจากนี้ได้ทำการเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินที่ใส่ขี้เถ้าแกลบในอัตราที่แตกต่างกันโดยการบ่มดินในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 270 วัน ผลการทดลอง พบว่าการใส่ขี้เถ้าแกลบปลดปล่อยให้ฟอสฟอรัสได้ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตของอ้อยเป็นเวลา 270 วัน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนภายหลังการบ่มดิน 30 วัน ฟอสฟอรัสในดินจะเพิ่มขึ้นตามอัตราของขี้เถ้าแกลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ในอัตรา 4 ตัน/ไร่ให้ค่าสูงสุดตลอดระยะเวลาการบ่มดินมีค่าอยู่ในพิสัย 10.3-13.7 มก./กก. การใส่ขี้เถ้าแกลบหรือการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสทำให้การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยปลูกเพิ่มขึ้นจากค่าควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใส่ขี้เถ้าแกลบในอัตรา 1-4 ตัน/ไร่ให้ผลผลิตอ้อยสด (14.9-17.3 ตัน/ไร่) ผลผลิตน้ำตาล (2.64-2.92 ตัน/ไร่) ความยาวลำอ้อย (2.65-2.77 ม.) และจำนวนปล้องอ้อย (27-29 ปล้อง/ต้น) สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตรา 8.2 และ 16.4 กก. P_2O_5 /ไร่ ให้ผลผลิตอ้อย (15.1-16.5 ตัน/ไร่) และผลผลิตน้ำตาล (2.61-2.71 ตัน/ไร่) สูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างขี้เถ้าแกลบและปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของอ้อยปลูก แต่ทำให้สมบัติของดินบนหลังปลูกอ้อยแตกต่างกันทางสถิติโดยดินจะมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณธาตุอาหารพืชในดินจะแปรปรวนตามค่ารับการทดลอง

คำสำคัญ: ดินทรายร่วน, อ้อยพันธุ์ K95-84, วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

ABSTRACT: The field experiment was conducted to investigate the effect of rice husk ash (RHA) and phosphorus (P) on virgin cane, K95-84 variety, grown on Satuk Soil Series. Experimental design was arranged in split plot. Main plot comprised the application of RHA at rates of 0, 1, 2 and 4 t/rai

Received June 20, 2018

Accepted September 17, 2018

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900

* Corresponding author: agrspc@ku.ac.th

which were incorporated during land preparation. Subplot consisted of P fertilization at rates of 0, 1 and 2 times of the recommended rate for sugarcane grown on loamy sand soil, which was 8.2 kg/rai of P_2O_5 . Virgin cane was harvested at 12 months of age. In the separate experiment was set up to compare the content of P released in soil amended with different rates of RHA by using incubation method for 270 days under control condition in laboratory. Results revealed that the application of RHA released P throughout sugarcane growing period for 270 days which the available P content in soil increased markedly at 30 days after incubation. The amount of available P significantly increased with the increase of RHA rate where the significantly highest amount throughout the incubation period of 10.3-13.7 mg/kg was found in soil amended with RHA at the rate of 4 t/rai. The application of RHA or P fertilizer statistically gave the greater sugarcane yield components than that obtained from the control but there was no statistical difference between rates of RHA or P fertilizer. Rice husk ash applied at rate of 1-4 t/rai significantly gave the highest cane yield (14.9-17.3 t/rai), sugar yield (2.64-2.92 t/rai), cane length (2.65-2.77 m) and number of node (27-29 No./cane). The soil fertilized with P at rate of 8.2 and 16.4 kg P_2O_5 /rai statistically gave the greatest cane yield (15.1-16.5 t/rai) and sugar yield (2.61-2.71 t/rai). There was no statistical difference compared among interaction effect of RHA and P fertilizer on sugarcane yield components but topsoil properties after growing sugarcane for one crop being changed. They significantly increased acidity level. The amount of plant nutrients in the soil statistically varied according to the treatments.

Keywords: Loamy sand soil, Sugarcane variety K95-84, Agricultural waste

บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยโดยแหล่งปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ซึ่งมีเนื้อดินบนเป็นทรายร่วนและทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน, 2558) โครงสร้างดินไม่แข็งแรง ง่ายต่อการกร่อนดินโดยเฉพาะในบริเวณที่มีความลาดชัน การระบายน้ำดีเกินไป ธาตุอาหารถูกชะละลายจนเกินเขตรากพืชได้ง่าย (Bruand et al., 2006; Brady and Weil, 2016) ปัญหาการขาดแคลนความชื้นในดินเป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการปลูกอ้อยโดยเฉพาะในพื้นที่นอกเขตชลประทาน ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตอ้อยและจำนวนครั้งในการไถของอ้อย (อรรถสิทธิ์, 2541; Hunsigi, 1993; Bakker, 1999) จึงจำเป็นอย่างยิ่งในการปรับปรุงและการจัดการที่ดีเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยปลูก การใช้วัสดุที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกจึงเป็นแนวทางหนึ่งเพื่อช่วยปรับปรุงดินและลดต้นทุนการผลิต

ฟอสฟอรัสมีบทบาทสำคัญต่อพัฒนาการและการเจริญเติบโตของอ้อยและมีผลต่อการสร้างน้ำตาล หากอ้อยได้รับฟอสฟอรัสไม่

เพียงพอ ใบแก่จะมีสีเขียวคล้ำ สีแดงหรือม่วงอ่อน ๆ ยอดใบจะแคบและสั้นกว่าปกติ ลำต้นพอม แตกกอน้อย และมีปล้องสั้น (Blackburn, 1984; Ludlow et al., 1992) ทำให้ผลผลิตต่ำ โดยทั่วไปดินมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในพิสัยร้อยละ 0.02-0.15 (ชัยฤกษ์, 2536) ผลผลิตอ้อยจะลดลงประมาณร้อยละ 20 จากผลผลิตสัมพัทธ์สูงสุดเมื่อความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายดินต่ำกว่า 8 มก./กก. (Perez et al., 2003) ซึ่งถ้ากลบเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่ได้จากการนำกลบไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมทั้งในโรงสีข้าว ซึ่งถ้ากลบมักถูกปล่อยทิ้งไว้ เกิดการฟุ้งกระจายในอากาศก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งทั่วโลกจะมีชี้ถ้ากลบสูงถึง 23 ล้านตันต่อปี (Harish et al., 2015) ซึ่งถ้ากลบมีสมบัติสำหรับการใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มความชื้น (ประเสริฐ และคณะ, 2541; Muntohar, 2002) และความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารให้กับดินทรายร่วนและดินทราย เพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีจึงทำให้ผลผลิตข้าว (ประเสริฐ และคณะ, 2541; Rose et al., 2016) และข้าวโพด (Njoku and Mbah, 2012) เพิ่มขึ้นรวมทั้งทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้น (Okon et al., 2005) อีกทั้งชี้ถ้ากลบยังมีธาตุ

อาหารพืชเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูง (Kumar et al., 2013) จึงใช้เป็นแหล่งที่ให้ธาตุอาหารแก่พืช รวมทั้งอาจทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้บางส่วน อย่างไรก็ตามผลการศึกษาก็เกี่ยวข้องกับการใช้ชี้เถาแกลบในการปลูกอ้อยนั้นมีย่อยอย่างจำกัด ดังนั้นการศึกษานี้มุ่งเน้นถึงการใช้อย่างไรจากชี้เถาแกลบในการปรับปรุงดินที่ขาดแคลนความชื้นได้ง่ายซึ่งเป็นปัญหาหลักในการปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับความชื้นและธาตุอาหารของดิน รวมทั้งอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เหมาะสมเมื่อมีการใช้ชี้เถาแกลบในการปรับปรุงดิน จึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชี้เถาแกลบและปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อสมบัติดินและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในชุดดินสติกที่ใช้ปลูกอ้อยพันธุ์ K95-84

วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษา ดำเนินการทดลองในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 ที่บ้านชัยพลน้อย ตำบลห้วยยาง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา (47°P 763939, 1680138) พื้นที่ทดลองมีความลาดชันร้อยละ 5 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในปีที่ทำการปลูกอ้อยเท่ากับ 1,037.4 มม./ปี ซึ่งเป็นบริเวณของชุดดินสติก (Satuk soil series, Suk) โดยพบว่าเนื้อดินบนของดินที่ทำการศึกษาคือเป็นทรายร่วน เป็นกรดจัดมีพีเอชดินเท่ากับ 5.64 ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ (4.21 กก./กก.) ปริมาณฟอสฟอรัส (3.63 มก./กก.) และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (8.34 มก./กก.) อยู่ในระดับต่ำมาก แสดงให้เห็นว่าดินที่ทำการศึกษามีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื้อดินบนที่ค่อนข้างหยาบส่งเสริมให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารและความชื้นเร็ว จึงส่งผลให้อ้อยเสี่ยงต่อการขาดน้ำรวมทั้งลดประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีที่ใส่ชี้เถาแกลบที่ใช้ในการศึกษานี้ได้มาจากโรงงานผลิตเอทานอลในจังหวัดนครราชสีมา มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงถึง 17 เซนติโมล/กก. และมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงถึงร้อยละ 4.9 การใช้ชี้เถาแกลบอาจช่วยแก้ไขปัญหาดินนี้โดยเพิ่มความสามารถของดินในการดูดซับธาตุอาหารและทำให้น้ำเป็นประโยชน์ต่อพืชได้นานขึ้น นอกจากนี้

ชี้เถาแกลบยังมีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบที่หลากหลาย (N= 2.01 ก./กก., P=1.28 ก./กก., K=5.41 ก./กก., Ca=3.8 ก./กก., Mg = 1.05 ก./กก., Zn = 19.4 มก./กก., Cu=5.31 มก./กก., Fe=1576 มก./กก., Mn=234 มก./กก.) ไม่เค็มและมีฤทธิ์เป็นด่างโดยมีสภาพการนำไฟฟ้าและพีเอชที่วัดในน้ำในอัตราส่วน 1:5 เท่ากับ 0.29 เดซิซีเมนส์/ม. และ 8.13 ตามลำดับ

การศึกษาประกอบด้วย 2 การทดลอง ได้แก่ 1) การศึกษาการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของชี้เถาแกลบในห้องปฏิบัติการ (Mohammed, 2005) วางแผนการทดลอง completely randomized design จำนวน 3 ซ้ำ โดยนำตัวอย่างดินบนชุดดินสติกในพื้นที่ที่จัดทำแปลงทดลองมาทำการบ่มด้วยชี้เถาแกลบจำนวน 4 อัตรา ได้แก่ 0, 1, 2 และ 4 ตัน/ไร่ ที่อุณหภูมิ 28 °ซ และความชื้นดินร้อยละ 60 ของความจุความชื้นสนามเป็นเวลา 270 วัน เมื่อถึงระยะที่กำหนด ได้แก่ 5, 30, 60, 120, 180 และ 270 วัน หลังบ่ม นำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยวิธีมาตรฐาน และ 2) การศึกษาในสนามโดยใช้อ้อยพันธุ์ K95-84 เป็นพืชทดสอบซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสมระหว่างพันธุ์ K 90-79 (แม่) x พันธุ์ K 84-200 (พ่อ) เป็นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตเร็ว การไวต่อตึงอกเร็ว ทรงกอกว้างปานกลาง แตกกอปานกลาง ผลผลิตเฉลี่ย 17-21 ตัน/ไร่ ค่าคุณภาพความหวาน หรือ CCS อยู่ในพิสัย 12-14 (กรมวิชาการเกษตร, 2551) วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCBD จำนวน 3 ซ้ำ แปลงทดลองหลัก (Main plot) ได้แก่ การใช้ชี้เถาแกลบ (RHA) จำนวน 4 อัตรา ได้แก่ 0, 1, 2 และ 4 ตัน/ไร่ แปลงทดลองรอง (Sub plot) เป็นอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสจำนวน 3 อัตรา ได้แก่ 0, 1 และ 2 เท่าของอัตราแนะนำสำหรับอ้อยที่ปลูกในดินทรายร่วนซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.2 กก. P_2O_5 /ไร่ (รัชณี และคณะ, 2554) ส่วนธาตุอาหารไนโตรเจนและโพแทสเซียมใส่ในอัตรา 1.2 เท่าของอัตราที่แนะนำซึ่งเทียบเท่ากับ 31.92:13.68 กก. N: K₂O ต่อไร่ โดยทำการแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งละเท่า ๆ กัน ได้แก่ก่อนขึ้นพร้อมปลูกและที่อ้อยอายุ 4 เดือน ปุ๋ยที่ใส่ได้มาจากการผสมของปุ๋ยยูเรีย ทรีปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต และโพแทสเซียม

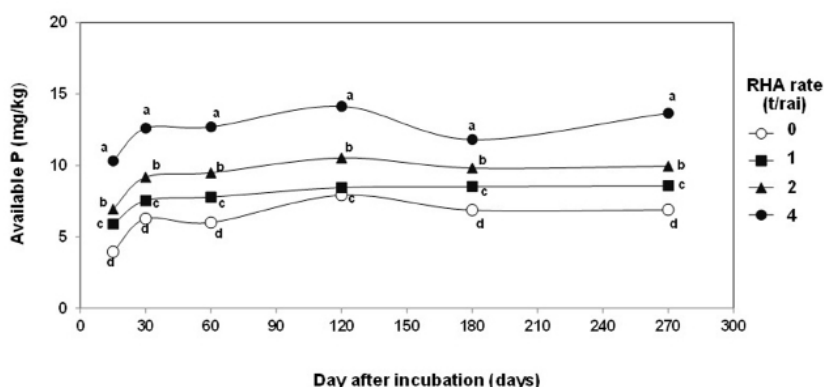
คลอไรด์ แปลงทดลองทรงมีขนาด 9×11 ม. ทำการไถกลบวัชพืชและเปิดหน้าดินด้วยไถจาน ผาลสามจากนั้นใส่ซีเถ้าแกลบตามตำรับการทดลอง แล้วไถพรวนคลุกเคล้าด้วยไถจานผาลเจ็ดทิ้งไว้ 3 สัปดาห์ ทำการปลูกอ้อยโดยใช้ท่อนพันธุ์ในอัตราที่เทียบเท่า 1.5 ต้น/ไร่ ด้วยเครื่องแถวเดียวที่มีระยะห่างระหว่างร่อง 1.20 ม. ขีดพันธุ์สารเคมีคุมวัชพืชหลังกลบท่อนพันธุ์ และสารเคมีกำจัดวัชพืชใบกว้างเมื่ออ้อยอายุ 3 เดือน ส่วนการกำจัดวัชพืชใบแคบดำเนินการโดยใช้แรงงานคนตามความเหมาะสม ทำการเก็บองค์ประกอบผลผลิตอ้อยที่อายุ 12 เดือน ได้แก่ น้ำหนักอ้อยสด จำนวนลำ ความยาวลำ จำนวนปล้อง เส้นผ่าศูนย์กลางของลำ คุณภาพความหวาน (CCS) และ ผลผลิตน้ำตาล พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างดินบนในทุกแปลงย่อยเพื่อนำวิเคราะห์สมบัติดิน ได้แก่ พีเอช ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ในโตรเจนที่เป็นประโยชน์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ดินมาตรฐาน (National Soil Survey Center, 1996)

การวิเคราะห์สถิติ ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) โดยใช้โปรแกรม SPSS Version 21 เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ Duncan's multiple range tests (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ขึ้นไป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การปลดปล่อยฟอสฟอรัสของซีเถ้าแกลบในดิน

การบ่มดินด้วยซีเถ้าแกลบในห้องปฏิบัติการ เป็นระยะเวลา 270 วัน เพื่อศึกษาปริมาณการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นตามอัตราของซีเถ้าแกลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกช่วงเวลา (Figure 1) โดยดำรับควบคุมที่ไม่ใส่ซีเถ้าแกลบให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกช่วงเวลา โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 3.9-6.9 มก./กก. ยกเว้นในวันที่ 120 ที่ให้ค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ซีเถ้าแกลบในอัตรา 1 ต้น/ไร่ ส่วนการใส่ซีเถ้าแกลบในอัตรา 4 ต้น/ไร่ให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกช่วงเวลาโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 10.3-13.7 มก./กก. แสดงให้เห็นว่าการใส่ซีเถ้าแกลบ สามารถเพิ่มฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอย่างชัดเจนโดยเฉพาะการใส่ในอัตรา 4 ต้น/ไร่ซึ่งให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่าจากดำรับควบคุมที่ไม่ใส่ซีเถ้าแกลบ (Figure 1) อย่างไรก็ตามซีเถ้าแกลบจะใช้เวลาในการย่อยสลายและปลดปล่อยให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังจากบ่มดินไปแล้ว 30 วัน ทั้งนี้เนื่องจากซีเถ้าแกลบมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนกว้าง จึงใช้เวลานาน



† the different lower case letters within a same time are significantly different at $P \leq 0.05$ by DMRT test

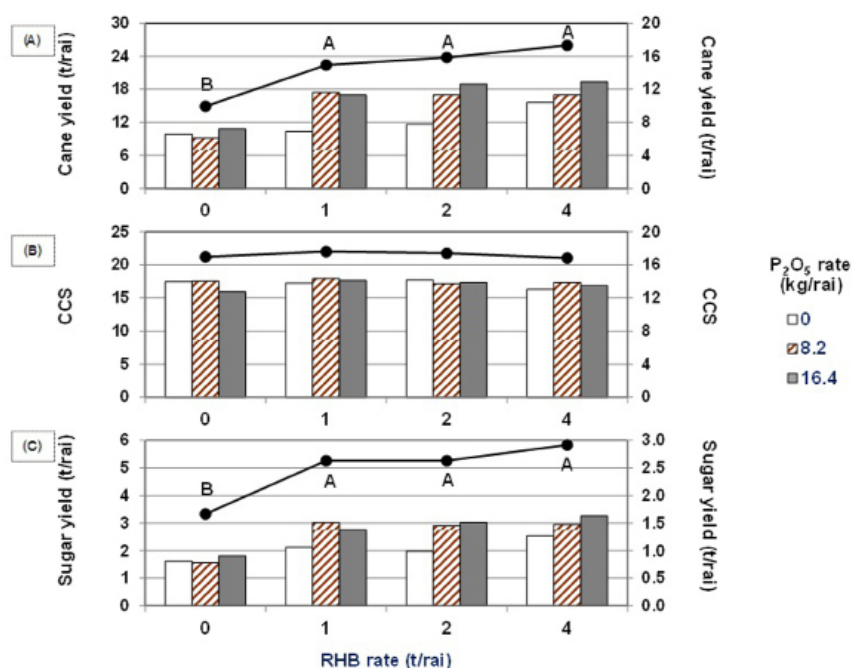
Figure 1 Phosphorus released in Suk soil series amended with different rates of rice husk ash

ที่กระบวนการ mineralization เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ จากนั้นปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าค่อนข้างคงที่จนกระทั่งวันสุดท้ายของการบ่มดิน (วันที่ 270) แต่ยังคงมีค่าสูงกว่าค่าควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกอัตรา แสดงให้เห็นว่าซีเถ้าแกลบจะย่อยสลาย และปลดปล่อยให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ให้แก่ดินเพิ่มขึ้น ซึ่งฟอสฟอรัสส่วนนี้พืชสามารถนำไปใช้ได้แสดงให้เห็นว่าซีเถ้าแกลบให้ฟอสฟอรัสบางส่วนแก่พืชได้จนถึง 270 วัน (Figure 1)

ผลของซีเถ้าแกลบและปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อองค์ประกอบผลผลิตอ้อยพันธุ์ K95-84

ถึงแม้ว่าการใส่ซีเถ้าแกลบในอัตรา 1-4 ตัน/ไร่ จะปลดปล่อยให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นตามอัตราที่ใส่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาการบ่มดิน 270 วัน (Figure 1) แต่การใส่ซีเถ้าแกลบในอัตราดังกล่าวในแปลงทดลอง

ในสนามกลับไม่มีผลต่อน้ำหนักสดใบและยอด (0.41-0.47 ตัน/ไร่) และค่าคุณภาพความหวาน (16.9-17.6) แต่อย่างไรก็ตามทำให้ผลผลิตอ้อยสดและผลผลิตน้ำตาลสูงสุดไม่แตกต่างกันโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 14.9-17.3 และ 2.64-2.92 ตัน/ไร่ ซึ่งให้ค่าสูงกว่าค่าควบคุม (9.9 และ 1.67 ตัน/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 2) นอกจากนี้การใส่ซีเถ้าแกลบทั้งสามอัตรายังให้ความยาวลำอ้อย (2.65-2.77 ม.) และจำนวนปล้องอ้อย (27-29 ปล้อง/ต้น) สูงสุดไม่แตกต่างกัน การใส่ซีเถ้าแกลบอัตรา 2 ตัน/ไร่ให้เส้นผ่าศูนย์กลางลำอ้อยสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 3.48 ซม. แต่กลับให้จำนวนลำอ้อยต่ำที่สุดไม่แตกต่างจากค่าควบคุม (6389 และ 6556 ลำ/ไร่) (Table 1) ส่วนการใส่ซีเถ้าแกลบในอัตรา 4 ตัน/ไร่ ให้จะให้จำนวนลำอ้อยสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 8333 ลำ/ไร่ และยังเป็น



† Mean as affected by the rate of RHA are indicated by black circle, the values are shown on secondary Y axis on the right hand side, the different upper case letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by DMRT test.

†† Mean as affected by interaction between the rate of RHA and the rate of P fertilizer are indicated by bar, the values are shown on primary Y axis on the left hand side, the different lower case or upper case letters within a bar are significantly different at $P \leq 0.05$ by DMRT test

Figure 2 Effect of RHA rates and interaction effect between rates of RHA and P fertilizer on yield components of virgin cane; cane yield (A), CCS (B), and sugar yield (C)

Table 1 Effect of RHA and P fertilizer rates on yield components of virgin cane grown on Suk soil series.

Treatment		Yield components				
RHA rate (t/rai)	P rate (kg P ₂ O ₅ /rai)	Tip and leaf wt. (t/rai)	Cane (No./rai)	Node (No./cane)	Cane diameter (cm)	Cane length (m)
Main plot: RHA						
0	0	0.41	6,556 b	23 b	3.10 b	2.36 b
1	0	0.44	7,333 ab	27 a	3.25 a	2.65 a
2	0	0.47	6,389 b	29 a	3.48 a	2.73 a
4	0	0.47	8,333 a	28 a	3.31 a	2.77 a
F-test		ns	*	**	**	*
Sub plot: P fertilizer						
0	0	0.47	7,125	27	3.24	2.54
0	8.2	0.41	7,083	26	3.25	2.62
0	16.4	0.46	7,250	28	3.38	2.72
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
P Fertilizer × RHA						
0	0	0.53	8,333	24	2.94	2.34
1	0	0.43	6,500	28	3.25	2.53
2	0	0.48	5,833	28	3.46	2.64
4	0	0.42	7,833	27	3.29	2.64
0	8.2	0.25	5,000	23	3.25	2.37
1	8.2	0.37	7,833	27	3.16	2.73
2	8.2	0.55	6,500	30	3.42	2.77
4	8.2	0.47	9,000	26	3.17	2.60
0	16.4	0.43	6,333	22	3.13	2.37
1	16.4	0.52	7,667	29	3.33	2.68
2	16.4	0.37	6,833	30	3.55	2.78
4	16.4	0.53	8,167	30	3.50	3.07
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
%CV		38.2	17.5	10.9	5.5	10.6

† ns = non significant, *, ** = significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively, means with different letters in column are significantly different from each other according to DMRT

ตำรับที่มีแนวโน้มให้องค์ประกอบผลผลิตของอ้อยดีที่สุด (Figure 2 และ Table 1) แสดงให้เห็นว่าซีเถ้าแกลบส่งเสริมการเจริญเติบโตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินสติกได้เนื่องจากซีเถ้าแกลบปลดปล่อยและให้ฟอสฟอรัสบางส่วนให้แก่อ้อย (Figure 1) ประกอบกับเป็นวัสดุที่มีคาร์บอนอินทรีย์และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงซึ่งช่วยในการดูดซับธาตุอาหารพืชไว้ในดินไม่ให้สูญเสียไปกับการชะละลาย จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมี (Rose et al., 2016) และเพิ่มความสามารถในอุ้มน้ำให้แก่ดินทรายร่วนดังเช่นชุดดินสติกที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จึงลดความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำ (ประเสริฐ และคณะ, 2541; Muntohar, 2002) อ้อยจึงตอบสนองทั้งด้าน

การสร้างชีวมวลและผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับ Njoku and Mbah (2012) ที่ทำการทดลองใช้ซีเถ้าแกลบสำหรับการปลูกข้าวโพดโดยการใส่ในอัตรา 3.2 ตัน/ไร่ ให้เมล็ดข้าวโพดสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเพิ่มขึ้นจากตำรับควบคุมถึงร้อยละ 18 โดยมีค่าเท่ากับ 0.66 และ 0.56 เมกะตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงอัตราปุ๋ย พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่มีผลต่อองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินสติก (Table 1) ยกเว้นผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาลที่มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (Figure 3) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับ Khan et al. (2005) และ Wayagari et al. (2001) แต่การ

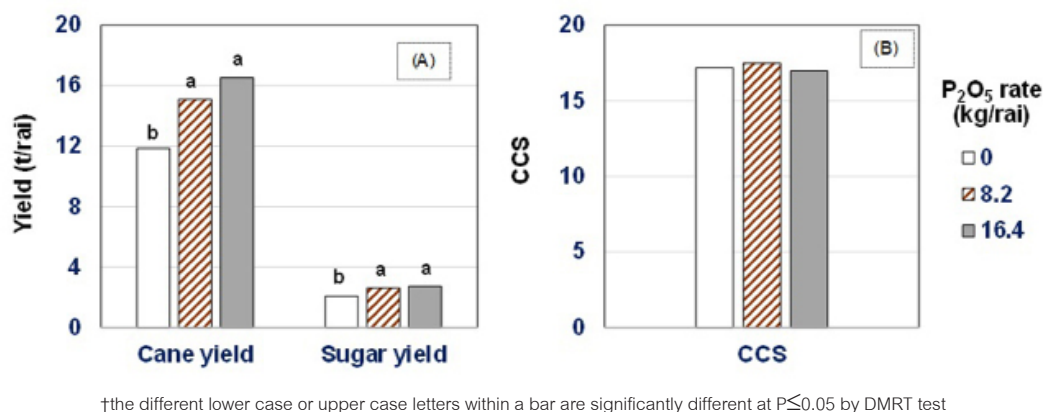


Figure 3 Effect of P fertilizer rates on cane yield and sugar yield (A), and CCS (B) of sugarcane grown on Suk soil series

ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตรา 8.2 และ 16.4 กก. P_2O_5 /ไร่ ให้ผลผลิตอ้อยและผลผลิตน้ำตาลไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าอยู่ในพิสัย 15.1-16.5 และ 2.61-2.71 ตัน/ไร่ (Figure 3) แสดงให้เห็นว่าการใส่ฟอสฟอรัสที่อัตราแนะนำหรือที่ 8.2 กก. P_2O_5 /ไร่ เพียงพอต่อการปลูกอ้อยในดินที่มีเนื้อดินปนเป็นดินทรายร่วน และมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย พบว่า การปรับปรุงดินด้วยซีเถ้าแกลบในอัตรา 1-4 ตัน/ไร่ร่วมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยที่ปลูกในชุดดินสีตึกนี้ (Figure 2 และ Table 1)

ผลของซีเถ้าแกลบและปุ๋ยฟอสฟอรัสต่อสมบัติดินหลังเก็บเกี่ยวอ้อยปลูก

เมื่อพิจารณาถึงสมบัติดินหลังจากเก็บเกี่ยวอ้อยปลูก พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติยกเว้นปริมาณอินทรีย์วัตถุ (4.70-5.62 ก./กก.) แต่ผลการทดลองที่ได้ค่อนข้างแปรปรวน กล่าวคือ การปรับปรุงดินด้วยซีเถ้าแกลบทั้งที่มีการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสทำให้ดินมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นโดยให้พีเอชดินอยู่ในพิสัย 5.53-5.83 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ารับควบคุม (pH 5.95) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) เนื่องจากในกระบวนการย่อยสลายวัสดุ

อินทรีย์จะเกิดการดอินทรีย์จึงทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น (Brady and Weil, 2018) อย่างไรก็ตามพีเอชของดินบนยังคงเป็นกรดจัดถึงแม้ว่าจะมีการใส่หรือไม่ใส่ซีเถ้าแกลบซึ่งเป็นวัสดุที่มีฤทธิ์เป็นด่าง ทั้งนี้เนื่องจากดินที่ใช้ในการทดลองมีเนื้อดินทรายร่วน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนต่ำ จึงส่งผลให้ซีเถ้าแกลบที่ใส่เพิ่มเติมและแคตไอออนที่เป็นเบสเกิดการสูญหายไปจากเขตรากพืชอย่างรวดเร็ว (Brady and Weil, 2016; Sanchez, 1976) อย่างไรก็ตามความเป็นกรดของดินไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของอ้อยเนื่องจากอ้อยสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพีเอชดินระหว่าง 4.0-8.5 (Hunsigi, 1993)

ถึงแม้ว่าซีเถ้าแกลบที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงถึง 17 เซนติโมล/กก. ซึ่งจะส่งเสริมการดูดซับแคตไอออน แต่ในทุกตำรับการทดลองที่มีการใส่ซีเถ้าแกลบกลับให้ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำกว่าในตำรับควบคุมยกเว้นการใส่ซีเถ้าแกลบเพียงอย่างเดียวในอัตรา 4 ตัน/ไร่ที่ให้ค่าไม่แตกต่างจากตำรับควบคุมซึ่งให้ค่าอยู่ในพิสัย 42.2-44.3 มก./กก. (Table 2) นอกจากนี้ในตำรับการทดลองที่มีการใส่ซีเถ้าแกลบส่วนใหญ่ให้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินสูงกว่าค่ารับควบคุม (Table 2) เนื่องจากไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินส่วนใหญ่ได้มาจากการย่อยสลาย

ของวัสดุอินทรีย์ (Brady and Weil, 2016; Sanchez, 1976) ซึ่งซีเถ้ากลายเป็นวัสดุอินทรีย์ที่มีอินทรีย์คาร์บอนสูงจึงเป็นแหล่งสำคัญที่ให้ไนโตรเจนโดยการใส่ในอัตรา 2 ตัน/ไร่ร่วมกับฟอสฟอรัสในอัตรา 8.2 กก. P_2O_5 /ไร่ ให้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 146 มก./กก. แต่เมื่อใส่ซีเถ้ากลับเพิ่มขึ้นเป็น 3 ตัน/ไร่ ทั้งที่ใส่เพียงอย่างเดียวหรือที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยในอัตรา 16.8 กก. P_2O_5 /ไร่ กลับให้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินลดลงจนมีค่าต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากกระบวนการ immobilization โดยจุลินทรีย์ดิน (Brady and Weil, 2016) การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราสูงสุดที่ 2 เท่าของอัตราแนะนำทั้งที่มีและไม่มี การใส่ซีเถ้ากลับร่วมจะทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติไม่แตกต่างกันโดยให้ค่าอยู่ในพิสัย 12.85-14.30 มก./กก. แต่การใส่ฟอสฟอรัสในอัตราดังกล่าวร่วมกับซีเถ้ากลับในอัตรา 1 ตัน/ไร่ กลับให้ค่าต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติและไม่แตกต่างจากค่าการทดลองที่เหลือ (6.59-8.36 มก./กก.) ยกเว้นการใส่ฟอสฟอรัสในอัตรา 8.2 กก. P_2O_5 /ไร่ ร่วมกับซีเถ้ากลับอัตรา 2 ตัน/ไร่ (Table 2) แสดงให้เห็นว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่หลงเหลือแตกต่างกันในดินไม่น่าจะเกิดจากผลของซีเถ้ากลับที่ใส่ เนื่องจากผลที่พบไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณของซีเถ้ากลับที่ใส่ อีกทั้งซีเถ้ากลับมีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนสูงซึ่งน่าจะมีผลต่อการดูดซับธาตุในรูปของแคตไอออนมากกว่าแอนไอออน

สรุปผลการทดลอง

การใส่ซีเถ้ากลับจะปลดปล่อยและให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในชุดดินสติกเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนโดยเฉพาะการใส่ในอัตรา 4 ตัน/ไร่ ที่ให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงสุด การใส่ซีเถ้ากลับในอัตราข้างต้นสามารถเพิ่มฟอสฟอรัสให้แก่ข้าวในระหว่างการเจริญเติบโตได้เป็นระยะเวลา 270 วัน โดยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจะเพิ่มขึ้นหลังจากใส่ลงไปในดิน 30 วัน

Table 2 Interaction effect between rates of RHA and P fertilizer on Suk soil series after growing sugarcane for one crop

Treatment		Topsoil property				
RHA rate (t/rai)	P rate (kg P_2O_5 /rai)	Soil pH (1:1 H_2O)	Available N (mg/kg)	Available P (mg/kg)	Available K (mg/kg)	OM (g/kg)
0	0	5.95a	133cde	7.86c	44.3a	5.46
1	0	5.73def	139bc	7.31c	32.3efg	4.97
2	0	5.85abc	138bcd	8.1c	29.9gh	5.62
4	0	5.83bcd	131e	6.59c	42.2a	5.19
0	8.2	5.92ab	133de	8.36c	36.9bc	4.97
1	8.2	5.89abc	133de	7.68c	35.5cd	4.70
2	8.2	5.69df	147a	10.24b	30.4fg	4.97
4	8.2	5.65f	135bcde	7.97c	34.9cde	5.62
0	16.4	5.81bcd	131e	12.85a	39.4b	4.86
1	16.4	5.82bcd	140b	8.36c	27.6h	4.97
2	16.4	5.53g	141ab	13.64a	34.9cde	4.86
4	16.4	5.77cde	130e	14.30a	32.9def	5.51
F-test		**	*	**	**	ns
%CV		1.1	2.3	10.5	4.2	26.6

† ns = non significant, *, ** = significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively, means with different letters in column are significantly different from each other according to DMRT

การปลูกอ้อยในชุดดินสติกที่มีเนื้อดินบนเป็นดินทรายร่วนและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จำเป็นต้องมีการจัดการดินจึงจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยอ้อยปลูกตอบสนองต่อซีเถ้ากลับชัดเจนกว่าปุ๋ยฟอสฟอรัสทางด้านการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิต อย่างไรก็ตามการใส่ซีเถ้ากลับในอัตรา 1-4 ตัน/ไร่ เป็นวิธีปรับปรุงดิน หรือการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราแนะนำหรือ 2 เท่าของอัตราแนะนำเทียบกับ 8.2 และ 16.4 กก. P_2O_5 /ไร่ในกรณีที่ไม่มีการปรับปรุงดิน สามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยสดและผลผลิตน้ำตาลของอ้อยปลูกได้ไม่แตกต่างกัน จึงเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่ใช้ในการปรับปรุงดินชุดดินสติกเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยปลูก อย่างไรก็ตามแม้ว่าการปรับปรุงดินด้วยซีเถ้ากลับรวมกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสไม่ส่งเสริมการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของอ้อย แต่มีผลให้ดินมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น รวมถึงทำให้ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดินบนหลังปลูกอ้อยเปลี่ยนแปลงไป จากผลการศึกษาคควมมีการทดสอบซ้ำในปีต่อไป เพื่อตรวจสอบผลสะสมหรือผลตกค้างของซีเถ้ากลับ ซึ่งจะทำให้ได้ผลการทดสอบที่มีความชัดเจนเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะเมื่อมีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสร่วม

คำขอบคุณ

งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกรมความร่วมมือระหว่างประเทศ กระทรวงการต่างประเทศ (Thailand International Cooperation Agency : TICA) และ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.)

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2551. เอกสารวิชาการ อ้อย ร้อยล้าน. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร.
กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน. 2558. ศักยภาพทรัพยากรดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
ประเสริฐ สองเมือง, วิทยา ศรีนันทน์, กวีพล ลิ้มสมวงศ์, อนนท์สุขสวัสดิ์, ดิเรกอินตาพรหม, กรรณิกานกลาง และสว่าง โรจนกุล. 2541. การใช้แกลบและ

ซีเถ้ากลับเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
รัชนี ขำเดช, ศุภิมา ธนะจิตต์, สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม และ อัษฎลั สุทธิประการ. 2554. การตอบสนองของอ้อยที่ปลูกในดินเหนียวต่อการใส่มูลไก่และการให้ปุ๋ยสังกะสีกับเหล็กทางใบ. เกษตร 39: 197-208.
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2558 แหล่งที่มา: www.oae.go.th/download/download_journal/2559/yearbook58.pdf
อรรถสิทธิ์ บุญธรรม. 2541. เทคนิคการปลูกการดูแลรักษาอ้อยเพื่อเพิ่มผลผลิตและ CCS ของอ้อย. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
Bakker, H. 1999. Sugarcane Cultivation and Management. Kluwer Academic/Plenum Publisher. USA.
Blackburn, F. 1984. Sugarcane. Longman, Inc., New York.
Brady, N.C. and R.C. Weil. 2016. The Nature and Properties of Soils. 15th ed. Pearson Education, Inc. USA.
Bruand, A., C. Hartmann, and G. Lesturgez. 2006. Physical properties of tropical sandy soils: A large range of behaviors. HAL Id: hal-00079666. Available: <https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/hal-00079666>. Accessed May.14, 2017.
Harish, K.P., M. Paswan, A. Kadir, and P.P. Om. 2015. Rice husk, its application, power generation and environmental impact: An overview. JSMAp 01: 438-445.
Hunsigi, G. 1993. Production of Sugarcane. Theory and Practice Springer-Verlag, Berlin.
Khan, I.A., K. Abdullah, G.S. Nizamani, M.A. Siddiqui, R. Saboohi, and A.N. Dahar. 2005. Effect of NPK fertilizers on the growth of sugarcane clone AEC86-347 developed at Nia, Tando jam, Pakistan. Pak. J. Bot. 37: 355-360.
Kumar, S., P. Sangwan, R. Dhankhar, V. Mor, and S. Bidra. 2013. Utilization of rice husk and their

- ash: A review. Res. J. Chem. Env. Sci. 01: 126-129.
- Ludlow, M.M., R.C. Muchow, and G. Kigston. 1992. Quantification of the environmental and nutritional effects on sugar accumulation. In J.R. Wilson, ed., *Improvement of Yield in Sugarcane through Increased Sucrose Accumulation*. Brisbane: Sugar Research and Development Corporation.
- Mohammed, T.E. 2005. Influence of Soil Moisture Content, Soil Texture and Quantity of Plant Residues Applied to Soils on Nitrogen Mineralization, Ph.D. Dissertation, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- Muntohar, A.S. 2002. Utilization of uncontrolled burnt rice husk ash in soil improvement. *Dimensi Teknik Sipil*. 04: 100-105.
- National Soil Survey Center. 1996. *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 3.0. Natural Conservation Service, USDA.
- Njoku, C. and C.N. Mbah. 2012. Effect of burnt and unburnt rice husk dust on maize yield and soil physico-chemical properties of an Ultisol in Nigeria. *Biological Agriculture & Horticulture*. 28: 49-60.
- Okon, B.P., S.J. Ogeh, and C.U. Amalu. 2005. Effect of rice husk ash and phosphorus on some properties of acid sands and yield of okra. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 36: 833-845.
- Perez, O., M. Melgar, and I. Lazcano-Ferrat. 2003. Phosphorus fertilization and phosphorus-extraction method calibration for sugarcane soils. *BCI*. 17: 26-29.
- Rose, R., T. John, and S.S. Jayasree. 2016. Impact of long term application of rice husk ash on soil-water relations in Palakkad Eastern plains. *IJAPSA*. 02: 126-130.
- Sanchez, P.A. 1976. *Properties and Management of Soils in the Tropics*. John Wiley, New York.
- Wayagari, J.W., A. Amosun, and S.M. Misari. 2001. Economic optimum NPK fertilizer ratios and time of application for high yield